ATLAS SUR L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT DU FLEUVE SAINT-LAURENT

préparé par la
Division des stratégies et méthodes scientifiques

octobre 1989

Division des stratégies et méthodes scientifiques
Direction du développement durable et de l'état de l'environnement
Service des politiques du ministère

Rapport technique n° 12

90-06273/2

PRÉFACE

Cet atlas a été produit sous la responsabilité de la Direction de l'état de l'environnement, Division des stratégies et des méthodes scientifiques, Environnement Canada. La réalisation de cet ouvrage a été rendue possible grâce aux contributions du Centre Saint-Laurent de Montréal et de Québec, à la collaboration des détenteurs de banque de données sur le fleuve et aux conseils scientifiques prodigués par le personnel d'Environnement Canada à Hull.

Sur la base d'un projet pilote, ce document a été entrepris dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent. Cet atlas se veut une démonstration d'une approche visant à établir l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent. Par une approche intégrée et intersectorielle cet atlas met en lumière les associations spatiales possibles entre les stress des activités humaines et leurs effets sur certaines composantes environnementales. Ce document est fondé sur des données disponibles à ce jour (janvier 1989). Même si dans plusieurs cas ces données n'étaient pas appropriées ou adéquates, elles ont quand même permis de démontrer l'utilité d'une approche intégrée et intersectorielle à l'élaboration d'un bilan sur l'environnement.

La gestion du projet a été assurée par Ron Gélinas. Plusieurs personnes ont contribué à la réalisation de cet atlas :

Guy Bélanger - coordination et rédaction;
Yves Desjardins - recherche;
Sylvain Hotte - obtention des données et cartographie numérique (SPANS);
Natalie Lemay - rédaction;
Richard Post - analyse spatiale et cartographie numérique (SPANS).

TABLE DES MATIÈRES

PAGE

1.0 INTRODUCTION

1.1 Antécédents 1-1
1.2 But et objectifs 1-2

2.0 MÉTHODOLOGIE

2.1 Approche intégrée et intersectorielle 2-1
2.2 Revue de la littérature 2-1
2.3 Cadre organisationnel 2-2
2.4 Inventaire et obtention des données 2-2
2.5 Constitution de la banque de données spatiale intégrée 2-3
2.6 Classification et réduction 2-4
2.7 Cartographie 2-5
2.8 Intégration et associations spatiales 2-5
2.9 Présentation de l'atlas 2-7

3.0 L'ATLAS

3.1 Région étudiée et cadres spatiaux 3-2
3.2 Activités humaines (stress) 3-9
3.3 État de l'environnement (effets et ressources naturelles) 3-31
3.4 Analyse intersectorielle 3-54

4.0 ÉVALUATION

4.1 Discussion des résultats 4-1
4.2 Limites de l'interprétation et résultats 4-3

Les données 4-4

Disponibilité 4-4
Couverture géographique 4-5
Conformité temporelle 4-5
Pertinence 4-6
Crédibilité 4-6

Cartographie 4-6

Données ponctuelles 4-6
Cadres spatiaux 4-7
Classification 4-7
Intégration 4-8
Sommaire 4-9

5.0 BIBLIOGRAPHIE 5-1

6.0 ANNEXE 6-1

LISTE DES CARTES DE L'ATLAS

PAGE

RÉGION ÉTUDIÉE ET CADRES SPATIAUX

. Région étudiée 3-3
. Sous-subdivisions des bassins de drainage 3-4
. Divisions de recensement 3-5
. Écodistricts 3-6
. Densité de population par km² (1986) 3-7
. Terres agricoles 3-8

ACTIVITÉS HUMAINES (STRESS)

Activités agricoles

. Têtes de bétail par km² 3-10
. Vaches laitières par km² 3-11
. Synthèse des stress potentiels du bétail et de la production laitière 3-12
. Montants dépensés en pesticides par km² 3-13
. Montants dépensés en fertilisants par km² 3-14
. Synthèse des stress potentiels de l'utilisation de pesticides et de fertilisants 3-15

Index des stress potentiels des activités agricoles

. Index des stress potentiels des activités agricoles 3-16

Activités urbaines

Eaux usées des villes

. Volume quotidien d'eaux usées rejetées par SDR (m³) 3-17
. Volume quotidien d'eaux usées rejetées par habitant (m³) 3-18
. Volume quotidien d'eaux usées rejetées par commerce et industrie (m³) 3-19

LISTES DES CARTES (suite)

PAGE

Eaux usées des industries

. Industries - rejets totaux (m^3/an) 3-20
. Agro-alimentaires - rejets totaux (m^3/an) 3-21
. Industries chimiques - rejets totaux (m^3/an) 3-22
. Industries métallurgiques - rejets totaux (m^3/an) 3-23
. Mines - rejets totaux (m^3/an) 3-24
. Pâtes et papiers - rejets totaux (m^3/an) 3-25

Rejets industriels riverains

. Principales charges des rejets riverains industriels 3-26
. Sites de dragage 3-27

Sites de déchets dangereux

. Sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve 3-28

Port national

. Emplacements des ports nationaux 3-29

Index des stress potentiels urbains

. Index des stress potentiels urbains 3-30

ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT (EFFETS ET RESSOURCES NATURELLES)

Qualité de l'eau

. Les 77 stations de qualité de l'eau (NAQUADAT) 3-32
. Aspect dégradation visuelle de la qualité de l'eau (couleur, turbidité, résidus non-filtrés) 3-33

LISTES DES CARTES (suite)

	PAGE
. Concentration élevée des nutriments - station de qualité de l'eau	3-34
. Concentration élevée de hexachlorocyclohexane (alpha + gamma) - station de qualité de l'eau	3-35
. Concentration élevée de métaux lourds - station de qualité de l'eau	3-36
. Détection de biphényles polychlorés (BPC) (1 litre) - station de qualité de l'eau	3-37
. Détection de biphényles polychlorés (BPC) - obtenue avec la technique de centrifugation (grand volume) - station de qualité de l'eau	3-38
Index de la qualité de l'eau	
. Index de la qualité de l'eau	3-39
Qualité des sédiments de fond	
. Valeurs anormalement élevées en mercure et plomb des sédiments de fond	3-40
Qualité de la chair des poissons	
. Qualité de la chair des poissons	3-41
Certaines ressources naturelles	
. Frayère	3-42
. Héronnière	3-43
. Les milieux humides en bordure du Saint-Laurent	3-44
. Lieux de migration pour la sauvagine et sanctuaires d'oiseaux migrateurs	3-45
. Zones d'herbiers aquatiques et ripariens	3-46
Certaines ressources naturelles aménagées	
. Municipalités s'alimentant en eau potable du fleuve	3-47
. Zones de villégiature	3-48

LISTES DES CARTES (suite)

PAGE

- Zones de navigation de plaisance et zones de baignade 3-49
- Zones de pêche commerciale 3-50

Index des ressources naturelles

- Index des ressources naturelles 3-51

Index des effets potentiels urbains

- Index des effets potentiels urbains 3-52

Index des effets potentiels des activités agricoles

- Index des effets potentiels agricoles 3-53

ANALYSE INTERSECTORIELLE

Rejets industriels, sites de dragage et qualité des sédiments de fond

- Concentration en Hg et Pb (kg/jour) des rejets riverains industriels et valeurs anormalement élevées en Hg et Pb des sédiments de fond 3-55
- Sites de dragage et analyse des sédiments de fond 3-56

Rejets industriels et qualité de l'eau

- Synthèse des rejets totaux des industries métallurgiques - concentration élevée de métaux lourds 3-57
- Synthèse des rejets industriels chimiques totaux - concentrations élevées de métaux lourds, et de hexachlorocyclohexane 3-58
- Synthèse des rejets industriels totaux - aspect dégradation visuelle de la qualité de l'eau 3-59

LISTES DES CARTES (suite)

PAGE

Rejets industriels et ressources naturelles importantes

. Principales charges des rejets riverains industriels et les milieux humides en bordure du Saint-Laurent 3-60
. Principales charges des rejets riverains industriels et lieux des frayères ... 3-61
. Principales charges des rejets riverains industriels et lieux des héronnières 3-62
. Valeurs anormalement élevées en Hg et Pb des sédiments de fond et lieux des frayères 3-63
. Qualité de la chair des poissons et charges des rejets riverains industriels en Hg et Pb (kg/jour) 3-64

Déchets dangereux et santé publique

. Sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve et potentiellement dangereux pour la santé publique 3-65
. Sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve et potentiellement dangereux pour la santé publique et localisation des municipalités s'alimentant en eau potable du fleuve 3-66

Stress et ressources naturelles

. Qualité de la chair des poissons et valeurs anormalement élevées en Hg et Pb des sédiments de fond 3-67
. Qualité de la chair des poissons et zones de pêche commerciale 3-68

Synthèses finales

. Synthèse des stress et des effets potentiels agricoles 3-69
. Synthèse des stress et des effets potentiels urbains 3-70
. Synthèse des stress potentiels des activités agricoles et lieux de concentration élevée de ressources naturelles 3-71
. Synthèse des stress potentiels urbains et lieux de concentration élevée de ressources naturelles 3-72

LISTES DES FIGURES

FIGURE	TITRE	PAGE
1.	Organisation graphique des indicateurs de stress, effets et ressources naturelles	2-8
2.	Organisation graphique des synthèses finales	2-9

ATLAS SUR L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT DU FLEUVE SAINT-LAURENT

1.0 INTRODUCTION

1.1 Antécédents

Depuis quelques années, de nombreux pays et organismes publient des bilans sur l'état de l'environnement. Ces rapports, en plus de nous donner un aperçu général des conditions environnementales, donnent l'occasion de faire le point sur l'état des connaissances environnementales et aident à établir les priorités des actions à prendre de même qu'à les évaluer. Ce type de rapport, nous permet de rencontrer un des principaux objectifs des bilans environnementaux qui est de répondre à l'intérêt grandissant des Canadiens sur leur milieu en leur communicant l'état des conditions environnementales.

Partie intégrante d'un vaste programme d'intervention élaboré par les gouvernements du Québec et du Canada, auquel participe plusieurs partenaires, cet atlas se veut un bilan environnemental de l'état du fleuve Saint-Laurent. Conscient de l'ampleur des travaux à effectuer afin d'améliorer la santé du fleuve et de l'importance d'avoir une image compréhensive de la situation actuelle de celui-ci, cet atlas informatisé issu d'une approche intersectorielle, nous livre un aperçu général des conditions environnementales du fleuve Saint-Laurent.

Ce document, illustre les stress et les effets pouvant affecter la vie du fleuve. Il examine les stress imposés par les différentes activités humaines sur l'environnement du fleuve et met en lumière des associations spatiales possibles entre les stress et les effets sur certaines composantes environnementales. Il contient 67 cartes et est divisé en trois parties; les activités humaines (stress), l'état de l'environnement (effets et ressources naturelles) et une analyse intersectorielle combinant les stress, les effets et certaines ressources naturelles. Quatre cartes synthèses finales ont été générées afin de présenter un tableau synoptique de la situation des stress et des effets des activités humaines sur les conditions environnementales du fleuve Saint-Laurent. **Les cartes de l'atlas sont fondées sur les données disponibles à ce jour (janvier 1989).**

Chaque carte est accompagnée d'un court descriptif faisant le point sur l'importance du phénomène exprimé, de ses liens avec l'environnement, d'une brève explication sur les méthodes utilisées et d'un paragraphe sur les résultats obtenus de même que la source des données.

1.2 But et objectifs

Le but central de cette étude est de démontrer l'utilité d'une approche intégrée et intersectorielle à la production d'un atlas sur l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent.

Parler du fleuve Saint-Laurent c'est tenir compte de l'impact de plusieurs processus reliés aux activités humaines se déroulant dans les bassins versants de ses tributaires. C'est donc reconnaître l'importance des différents bassins versants secondaires qui forment le grand bassin versant du fleuve. L'état de ces eaux est le résultat complexe d'interactions constantes des facteurs abiotiques, biologiques et humains qui se produisent non seulement sur ses rives mais également loin de celles-ci, à l'intérieur des terres. "En effet, si l'on veut intervenir en vue de rétablir l'équilibre du Saint-Laurent on constate rapidement qu'on ne peut dissocier le fleuve du vaste réseau hydrographique auquel il appartient" (Centre Saint-Laurent, 1989).

L'approche utilisée est intégrée et intersectorielle c'est-à-dire qu'elle ne s'attarde pas à une partie de cet écosystème, mais se penche sur l'objet à l'étude en le considérant comme un tout indissociable de ses parties. Cette conception de l'environnement du fleuve fait partie d'une perspective écosystémique qui nous aide à mieux percevoir la réalité.

Afin d'atteindre le but proposé par ce projet, les objectifs suivants ont été proposés.

- **Évaluer l'état des connaissances en compulsant la littérature sur les causes et facteurs des changements environnementaux et de leurs effets sur l'environnement du fleuve Saint-Laurent;**

La révision de la littérature traitant du fleuve Saint-Laurent a permis d'améliorer notre compréhension des interrelations des activités humaines (stress) et des conséquenses (effets) qu'elles ont sur l'environnement.

- **Adapter un cadre organisationnel faisant la distinction entre les indicateurs de stress et les indicateurs d'effets;**

Un cadre organisationnel qui fait la distinction entre les indicateurs de stress et les indicateurs d'effets est un outil qui nous aide à augmenter nos connaissances des relations causes/effets afin de mieux comprendre l'état de l'environnement et de pouvoir agir en conséquence en maximisant l'impact des mesures à prendre.

. **Établir un inventaire de données disponibles et obtenir toutes les données (indicateurs et seuils critiques) pertinentes et les plus représentatives de la situation environnementale du fleuve Saint-Laurent;**

Ces données (indicateurs et seuils critiques) sont nécessaires à la vérification des hypothèses énoncées ou la formulation de nouvelles hypothèses nécessitant des analyses plus détaillées.

. **Créer une banque de données spatiale intégrée;**

L'existence d'une importante masse de données sur l'environnement recommandait la création d'une banque de données intégrées. Toutes les données utilisées dans ce document ont été rassemblées en une banque de données uniformisées (échelle, format, projection, etc.) afin de les rendre maniables et de permettre l'intégration.

. **Intégrer les données et les cartographier;**

L'intégration des données et la cartographie ont rendu possible l'étude des associations spatiales entre les indicateurs de stress, les indicateurs d'effets et certaines ressources naturelles. Cette cartographie facilite la compréhension des relations stress/effets en nous informant sur les associations spatiales possibles, et sur les ressources à risque en combinant les stress et certaines ressources naturelles.

2.0 MÉTHODOLOGIE

2.1 Approche intégrée et intersectorielle

L'environnement est un système complexe de composantes interreliées peu commode à évaluer et dont il est difficile de faire la synthèse. L'approche traditionnelle souvent utilisée pour étudier un système complexe comme l'environnement, consiste à le diviser en composantes spécifiques plus maniables telles que l'air, la terre, l'eau, la flore (approche réductionniste). Il est cependant admis aujourd'hui qu'une telle approche ne peut nous mener à une bonne compréhension des conditions et des tendances environnementales. Pour bien comprendre l'état de l'environnement, il est nécessaire d'adopter une approche holistique pour étudier les interrelations entre les activités humaines et les conditions environnementales.

Le but visé par ce document est de permettre une meilleure lecture de quelques éléments interdépendants dans le cadre de ces interrelations, plus précisément sur les relations intersectorielles entre les activités humaines d'une part, et de la qualité de l'environnement du fleuve d'autre part. Selon le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (rapport Brundtland), lorsqu'on se penche sur les problèmes de l'environnement, un exemple d'un manque de souplesse est "...la tendance à traiter un secteur environnemental isolément, sans reconnaitre l'importance des liaisons intersectorielles" (Notre avenir à tous, 1987).

2.2 Revue de la littérature

La première étape a été d'entreprendre une revue de la littérature afin de s'informer sur les problèmes environnementaux inhérents au fleuve et d'établir l'état des connaissances sur les interrelations entre les activités humaines et l'état de l'environnement.

Il sagissait de faire la révision des documents traitant de l'environnement du fleuve et particulièrement des problèmes engendrés par les activités humaines. Cette recherche bibliographique nous a permis de compulser plusieurs documents sur la question environnementale du fleuve. Ce tour d'horizon de cette littérature s'avérait essentiel étant donné l'aspect fragmentaire du corpus environnemental.

A cause de la quantité importante de documents et d'articles de périodiques offrant un traitement très spécialisé sur les sujets environnementaux, on a procédé à un exercice de synthèse afin de rassembler l'essentiel de ces publications. Le résultat de cette synthèse apparaît dans un rapport intitulé **Rapport sur les processus naturels et les activités humaines et leurs effets sur l'environnement du Saint-Laurent (Desjardins, 1989).**

2.3 Cadre organisationnel

Suite à une revue de la littérature, la prochaine étape a consisté à adapter un cadre organisationnel (Groupe d'étude de l'établissement d'un bilan de l'environnement, 1987) qui fait la distinction entre les indicateurs de stress et les indicateurs d'effets. Ce cadre (annexe 1) sert de guide dans le choix des indicateurs stress/effets les plus représentatifs de l'environnement et, nous aide à comprendre le pourquoi des conditions environnementales existantes.

2.4 Inventaire et obtention des données

Les données sont nécessaires pour confirmer les hypothèses ou pour en formuler de nouvelles. Une attention particulière a été accordée à la nature des données, c'est-à-dire à toutes les questions entourant la constitution et la validité de celles-ci. L'utilisation de ces données dans le cadre d'une approche intégrée et intersectorielle doit répondre à certains critères :

- conformité temporelle;
- couverture géographique;
- crédibilité;
- pertinence avec les objectifs.

On a complété un inventaire de données environnementales et on a comparé les données existantes sur l'environnement du fleuve aux données idéales suggérées par le cadre organisationnel. C'est par cette étape que l'on s'est rendu compte que malgré l'importance de la masse de données disponibles, rares sont les données répondant aux critères mentionnés ci-haut.

En général, les données socio-économiques étaient disponibles pour toute l'étendue de la région d'étude et pour différentes périodes de temps. Cependant, les données

étaient parfois inexistantes ou ne couvraient pas la période désirée pour certaines données environnementales, par exemple, la qualité des sédiments de fond et la qualité de l'eau du fleuve.

Cet atlas est fondé sur les données disponibles qui dans plusieurs cas, n'étaient pas appropriées ou adéquates. Cependant, ces données nous ont permi de démontrer une approche intégrée et intersectorielle.

Dans un atlas de ce genre, il serait intéressant, d'étudier les tendances temporelles et spatiales des conditions environnementales. Mais étant donné le but de ce projet, ceci n'était pas vraiment nécessaire. De plus, les techniques d'analyses temporelles sont déjà reconnues et la période accordée pour compléter cet étude ne le permettait pas.

Les titres et descriptions des banques de données qui ont servies à la production de cet atlas se retrouvent dans un document intitulé **Rapport d'inventaire sur les données (Desjardins, 1989).**

2.5 Constitution de la banque de données spatiale intégrée

Un atlas comme celui-ci n'aurait pu être réalisé sans le concours d'un système d'information géographique. Le SIG utilisé dans ce cas, se spécialise dans l'analyse spatiale. Avec le logiciel SPANS, il a été possible d'uniformiser les diverses données afin de les rendre maniables et opérationnelles dans le contexte d'une étude intégrée et intersectorielle. Par exemple SPANS nous a permis de :

- numériser et de capter les données spatiales;
- d'intégrer les données dans une banque de données informatisées;
- de rendre conforme les projections, les échelles et les formats des données descriptives, etc.

Une fois les données uniformisées, il a été possible d'étudier les associations spatiales entre les indicateurs de stress et d'effets et, les relations entre les stress et les ressources naturelles.

2.6 Classification et réduction

Toute cartographie requiert une certaine réduction de données. Il est pratiquement impossible de cartographier toutes les valeurs individuelles d'un phénomène. La cartographie demande donc une simplification des données afin d'obtenir une présentation valable.

Suite à la création d'une banque de données spatiales et intégrées, une classification et une réduction des données obtenues étaient nécessaires afin de pouvoir procéder à la cartographie et faciliter l'intégration. La synthétisation des données et le regroupement de celles-ci par une mise en classe représentative permet de mieux identifier les zones critiques subissant des stress élevés, ou selon le cas, indiquer des zones d'effets importants provoqués par les activités humaines.

Lorsqu'il est question de classifier des données, les seuils critiques peuvent s'avérer très utiles pour déterminer les limites des classes. En fait, les seuils critiques nous indiquent si la présence d'un polluant est suffisamment importante pour être nuisible pour la santé. La classification sert à réduire la masse de données et facilite l'interprétation des résultats, mais cette classification devrait normalement se faire avec l'aide des seuils critiques qui représentent nos connaisances acquises. Mais comme des seuils critiques n'étaient malheureusement pas disponibles pour tous les paramètres choisis dans cette étude, il a fallu employer une technique uniforme rendant possible l'intégration de classes issues d'une même opération.

Plusieurs méthodes de classification peuvent être appliquées pour un travail de cet ordre. Toutefois, la méthode de mise en classe dite par quantile s'est révélée être la plus adéquate pour la plupart des données à illustrer. Ces classifications ont été faites avec l'aide du logiciel D-BASE III.

En bref, pour appliquer la méthode des quantiles à des données, il suffit d'ordonner la totalité des données selon un ordre croissant. De là, on ne retient que les données de valeur unique (celles qui n'apparaissent qu'une fois) et/ou uniquement la première d'une série de données pareilles. De cette opération résulte une série de données ordonnées et de valeur unique. C'est en divisant le nombre total de cette nouvelle série de données par le nombre de classe que l'on désire que l'on peut maintenant procéder à la mise en classe. On nomme quantile d'ordre 3 ou d'ordre 5

une classification des données ayant trois ou cinq classes. Le choix du nombre de classes est relié à la précision que l'on veut donner à l'illustration des cartes et à l'importance accorder aux données qui s'approchent ou s'éloignent des seuils critiques. Dans le cas des intégrations par exemple, afin de garder une certaine clarté pour faciliter la lecture de la carte, seulement les classes les plus élevées ont été considérées en mettant l'accent sur les espaces aux prises avec de sérieux problèmes (points chauds) de stress ou selon le cas, présentant des effets très prononcés.

2.7 Cartographie

La cartographie est une étape très importante, car le choix des techniques et des échelles joue un rôle prédominant dans l'impact visuel des cartes. Lorsque les thèmes à illustrer, (stress, effets et ressources naturelles) furent choisis, l'analyse spatiale s'est faite grâce au module de cartographie que possède le logiciel SPANS. en premier lieu, nous avons procédé à une première génération de cartes exprimant séparément les stress, les effets et les ressources naturelles pour être en mesure de les intégrer.

L'extention spatiale des points est déterminée selon plusieurs critères; la distribution spatiale des points, le nombre de points et l'aspect visuel de la carte. On a attribué un même radius à tous les points afin qu'ils aient un poids identique sur les cartes. Dans la plupart des cas, un radius de 2 km s'est avéré adéquat, excepté pour certaines cartes ayant de nombreux points regroupés, on a utilisé un radius de 1 km.

2.8 Intégration et associations spatiales

Avec l'uniformisation des données effectuée lors de l'inventaire et l'élaboration de la banque de données, l'intégration et la cartographie de deux thèmes ou plus sur une carte sont alors rendus possibles. Toutefois, le choix des phénomènes à intégrer repose sur les associations potentielles (hypothèses) établies suite à la revue de la littérature et à l'élaboration du cadre organisationnel.

Les cartes de la première génération, c'est à dire les cartes des stress, des effets et des ressources naturelles sont le résultat d'un traitement simple de données.

L'intégration consiste à combiner les cartes provenant de différents secteurs afin de synthétiser l'information et d'illustrer par des cartes intégrées l'ensemble d'un phénomène.

Trois ordres d'intégration intersectorielle ont été utilisés pour cette étude, chacun ayant un objectif spécifique. Par exemple, dans plusieurs cas, nous avons combiné un indicateur de stress avec un indicateur d'effet, afin de nous aider à vérifier les hypothèses d'associations spatiales (causes/effets). Le deuxième ordre est l'intégration de stress avec des ressources naturelles dans le but de déterminer et prévoir les ressources naturelles à risque. Le dernier ordre consiste à intégrer un index qui incorpore plusieurs indicateurs de stress avec un autre index qui intégre plusieurs indicateurs d'effets ou de ressources naturelles.

Par définition, une carte index est le résultat d'une superposition de deux ou plusieurs cartes. Par exemple, pour l'index des stress potentiels agricoles, on a intégré les cartes du bétail, des vaches, des pesticides et des fertilisants ce qui permet de représenter sur une seule carte toutes les informations disponibles traitant des activités agricoles. Si un indicateur est plus important que les autres, un poids ou une valeur plus élevée peut lui être attribué. Pour cette étude, tous les indicateurs de stress et d'effets ont recu un poids identique.

Avec l'intégration de deux index, comme l'index des stress agricoles et l'index des effets agricoles, on obtient la synthèse finale et les associations spatiales de toutes les informations du secteur agricole.

Par cette méthode et avec le logiciel SPANS, quatre cartes synthèses finales résumant pratiquement toute l'information contenues dans cet atlas ont été générées. Elles permettent d'observer des distributions spatiales et d'identifier les zones d'interventions prioritaires. Il s'agit de la synthèse des stress et des effets agricoles, de la synthèse des stress et des effets urbains, de la synthèse des stress agricoles et des ressources naturelles et de la synthèse des stress urbains et des ressources naturelles.

Deux schémas illustrent le cheminement utilisé pour la production de ces cartes synthèses finales (voir figure 1 et 2). L'organisation graphique des indicateurs de stress, effets et ressources naturelles (figure 1) représente le processus d'intégration dont sont issus les index de l'atlas. Dans un premier temps, nous

retrouvons les indicateurs de stress agricoles et urbains, les indicateurs d'effets agricoles et urbains, et finalement certaines ressources naturelles. Avec ces index, nous avons les synthèses des stress et les effets urbains et agricoles et les concentrations des ressources naturelles.

L'organisation graphique des synthèses finales (figure 2) ilustre les résultats obtenus des intégrations. Nous avons d'une part les synthèses des stress et des effets agricoles et urbains, et d'autre part, les stress agricoles et urbains combinés avec des ressources naturelles.

2.9 Présentation de l'atlas

L'atlas se divise en quatre parties à l'intérieur desquelles on retrouve un total de soixante et sept cartes. A chacune de ces cartes se rattache un court texte qui démontre l'importance d'illustrer le phénomène exprimé et mentionne la méthode employée pour générer cette carte, ainsi que la provenance des données. Une brève analyse des résultats obtenus est également comprise dans ce texte.

Les cartes de la première partie (3.1) constituent en quelque sorte une introduction cartographique, elles illustrent la région à l'étude ainsi que les différents cadres spatiaux utilisés ou qui peuvent être utilisés. La seconde partie (3.2) englobe les cartes illustrant les stress causés à l'environnement du fleuve par les activités urbaines et agricoles. La troisième série (3.3) de cartes exprime les conditions environnementales, c'est à dire, les réactions ou effets engendrés par ces agressions sur l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent. Cette partie contient également plusieurs cartes sur certaines ressources naturelles. Finalement, les cartes résultant de l'approche intégrée et intersectorielle sont comprisent dans la quatrième et dernière section (3.4).

Figure 1 ORGANISATION GRAPHIQUE DES INDICATEURS DE STRESS, EFFETS ET RESSOURCES NATURELLES

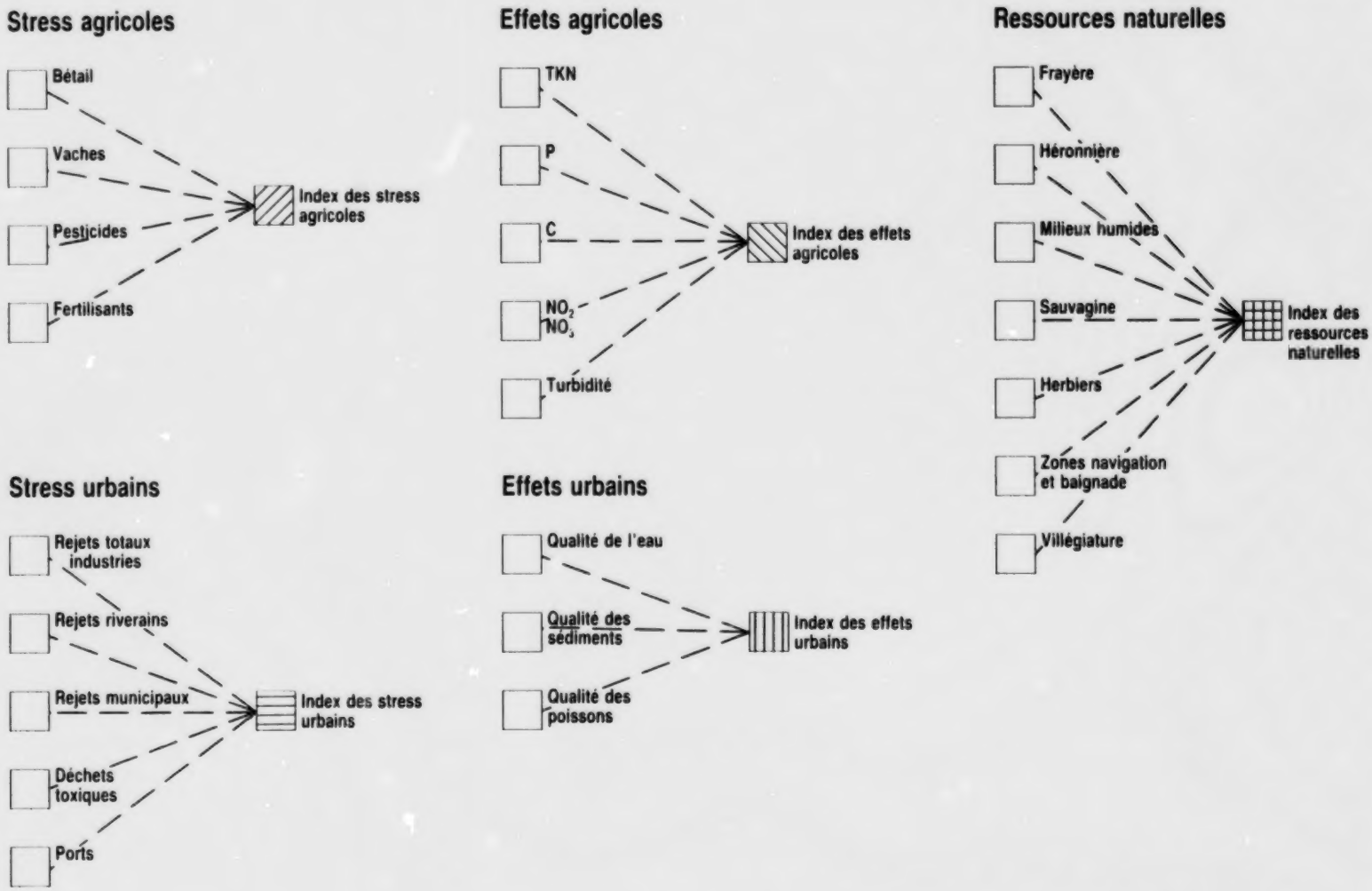
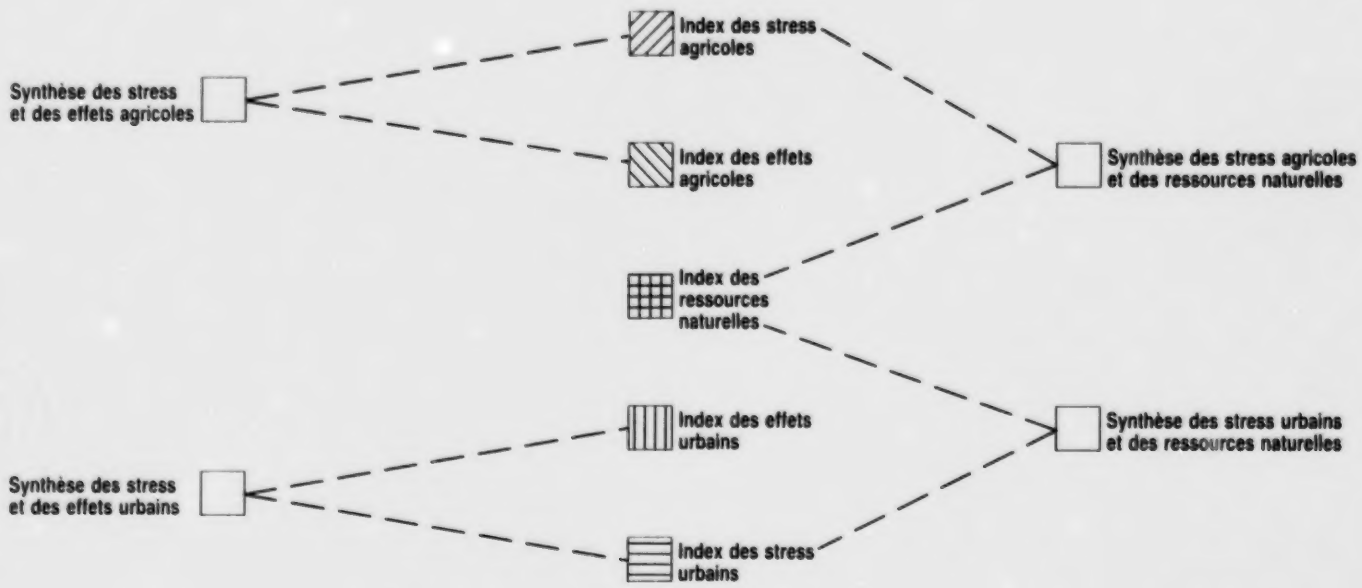


Figure 2 ORGANISATION GRAPHIQUE DES SYNTHÈSES FINALES



3.0 ATLAS SUR L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT DU FLEUVE SAINT-LAURENT

3.1 Région étudiée et cadres spatiaux

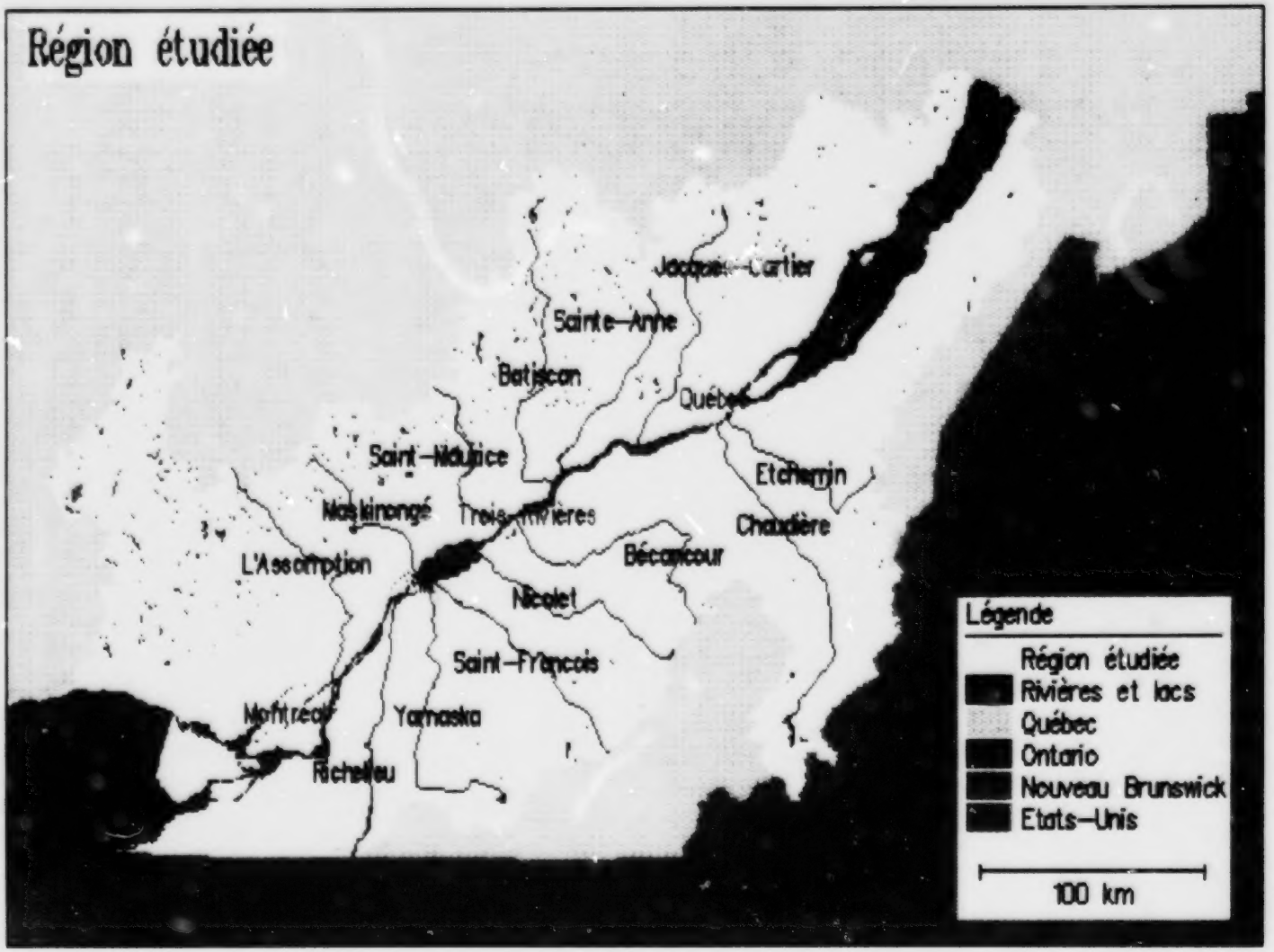
RÉGION ÉTUDIÉE

Le territoire à l'étude s'étend, de part et d'autre du fleuve Saint-Laurent, de Cornwall à Montmagny. Les principaux tributaires du fleuve pouvant jouer un rôle déterminant par leurs débits importants sur la qualité de l'eau, sont également localisés sur la carte.

Sur la Rive-Nord, on reconnaît les rivières Assomption, Maskinongé, Saint-Maurice, Batiscan, Sainte-Anne et Jacques-Cartier et, sur la Rive-Sud, Richelieu, Yamaska, Saint-François, Nicolet, Bécancour, Chaudière et Etchemin.

MÉTHODE : Ce sont les limites des sous-bassins de drainage qui ont servi de base pour délimiter la zone d'étude. Les coordonnées numériques concernant ces limites sont intégrées au système d'analyse spatiale (SPANS) que l'on utilise pour la réalisation de ce document. Les données relatives au réseau hydrographique du fleuve et aux limites politiques du Québec sont ajoutées à cette banque de données numériques afin d'obtenir la carte de base de cet atlas.

SOURCE : Rivières : Pêches et Environnement Canada, Division des relevés hydrologiques du Canada, Carte des stations hydrométriques du Québec, 1977.


Région étudiée
Jacques-Cartier
Sainte-Anne
Batiscan
Québec
Saint-Maurice
Etchemin
Maskinongé
Trois-Rivières
Chaudière
L'Assomption
Bécancour
Nicolet
Saint-François
Montréal
Yamaska
Richelieu
Légende
Région étudiée
Rivières et lacs
Québec
Ontario
Nouveau Brunswick
Etats-Unis
100 km

SOUS-SUBDIVISIONS DE BASSINS DE DRAINAGE

Dans le cadre d'une étude abordant une approche intersectorielle pour faire connaître l'état de l'environnement du Saint-Laurent, on ne peut dissocier le fleuve du vaste réseau hydrographique auquel il appartient. C'est pourquoi ce sont les limites des sous-subdivisions de bassins de drainage du fleuve Saint-Laurent qui définissent la région d'étude. Seules les sous-subdivisions de bassins de drainage ayant une frontière commune avec le Saint-Laurent ont été retenues. Ils sont au nombre de vingt-deux, situés de part et d'autre du fleuve entre Cornwall et Montmagny.

MÉTHODE : A partir de la base de données spatiales élaborée par la Division des systèmes d'information environnementale d'Environnement Canada, on a obtenu la délimitation de chaque sous-subdivision de bassins de drainage pour l'ensemble du Canada. Seules les sous-subdivisions du bassin de drainage du Saint-Laurent définies plus haut ont été sélectionnées et apparaissent sur cette carte.

SOURCE : Pêches et Environnement Canada, Division des relevés hydrologiques du Canada, carte des stations hydrométriques du Québec, 1977.

Sous-subdivisions des bassins de drainage
Echelle
50 km

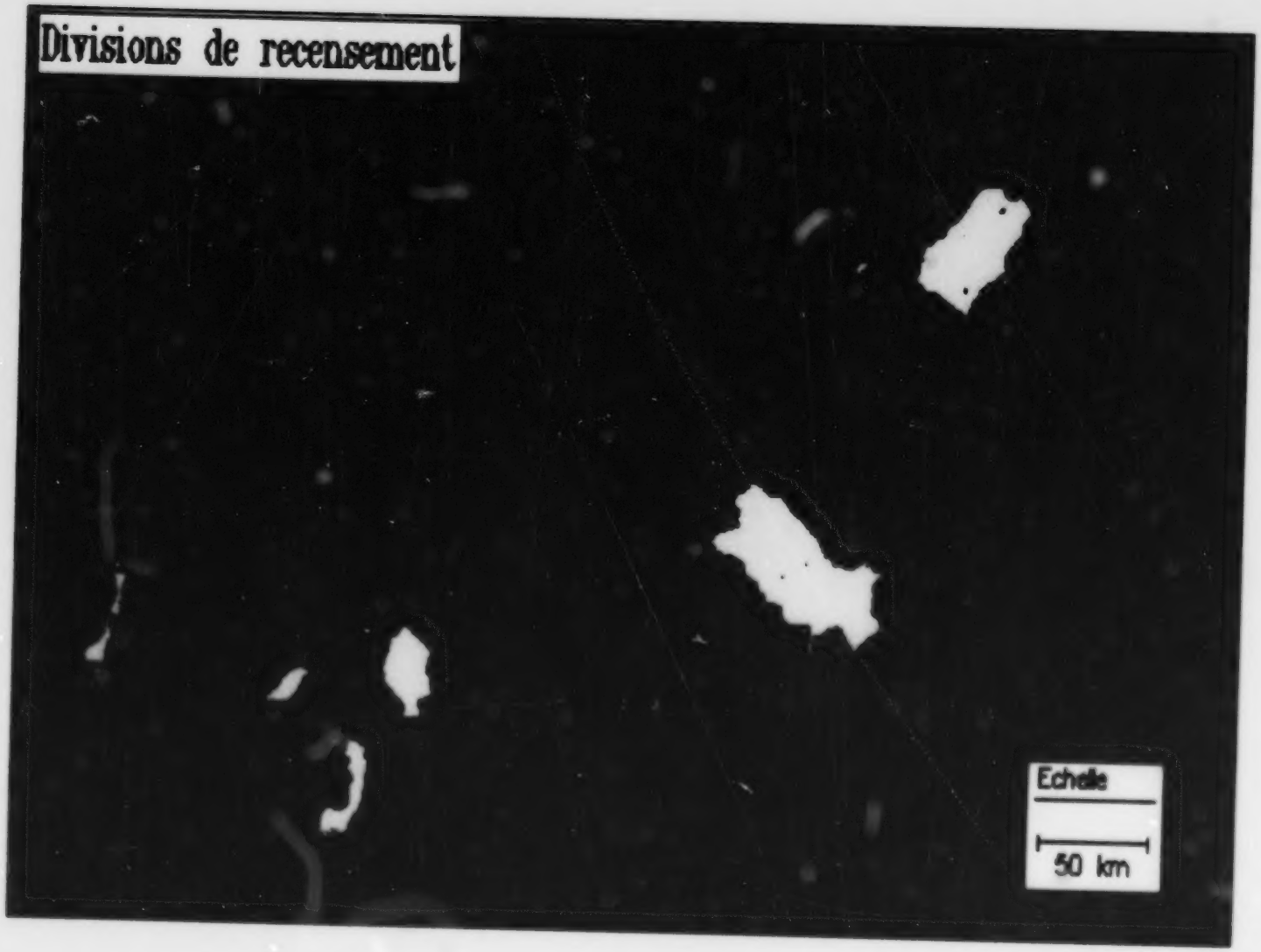
DIVISIONS DE RECENSEMENT

Les divisions de recensement sont des secteurs de dénombrement socio-administratifs produits par Statistique Canada dans le but de faciliter la cueillette de données lors des recensements.

Nous avons utilisé les coordonnées de 1986 afin de délimiter les divisions de recensement qui se retrouvent à l'intérieur du territoire à l'étude. Les divisions ont servi de cadre spatial nécessaire à la réalisation de certaines cartes, spécialement pour l'agriculture et la densité de population. C'est également à partir des divisions de recensement qu'on a établi les frontières politiques entre l'Ontario, le Nouveau-Brunswick et les Etats-Unis.

MÉTHODE : Les données proviennent de Statistique Canada et comprennent les coordonnées des polygones ainsi que leurs numéros de référence pour tout le Canada. A partir des numéros de référence, on élimine les divisions de recensement qui se situent hors du Québec (frontières politiques) et selon les limites imposées par les sous-subdivisions de bassins versants, nous avons exclu les divisions de recensement du Québec se retrouvant à l'extérieur de la zone d'étude.

SOURCE : Statistique Canada, Recensement 1986.


Divisions de recensement
Echelle
50 km

ÉCODISTRICTS

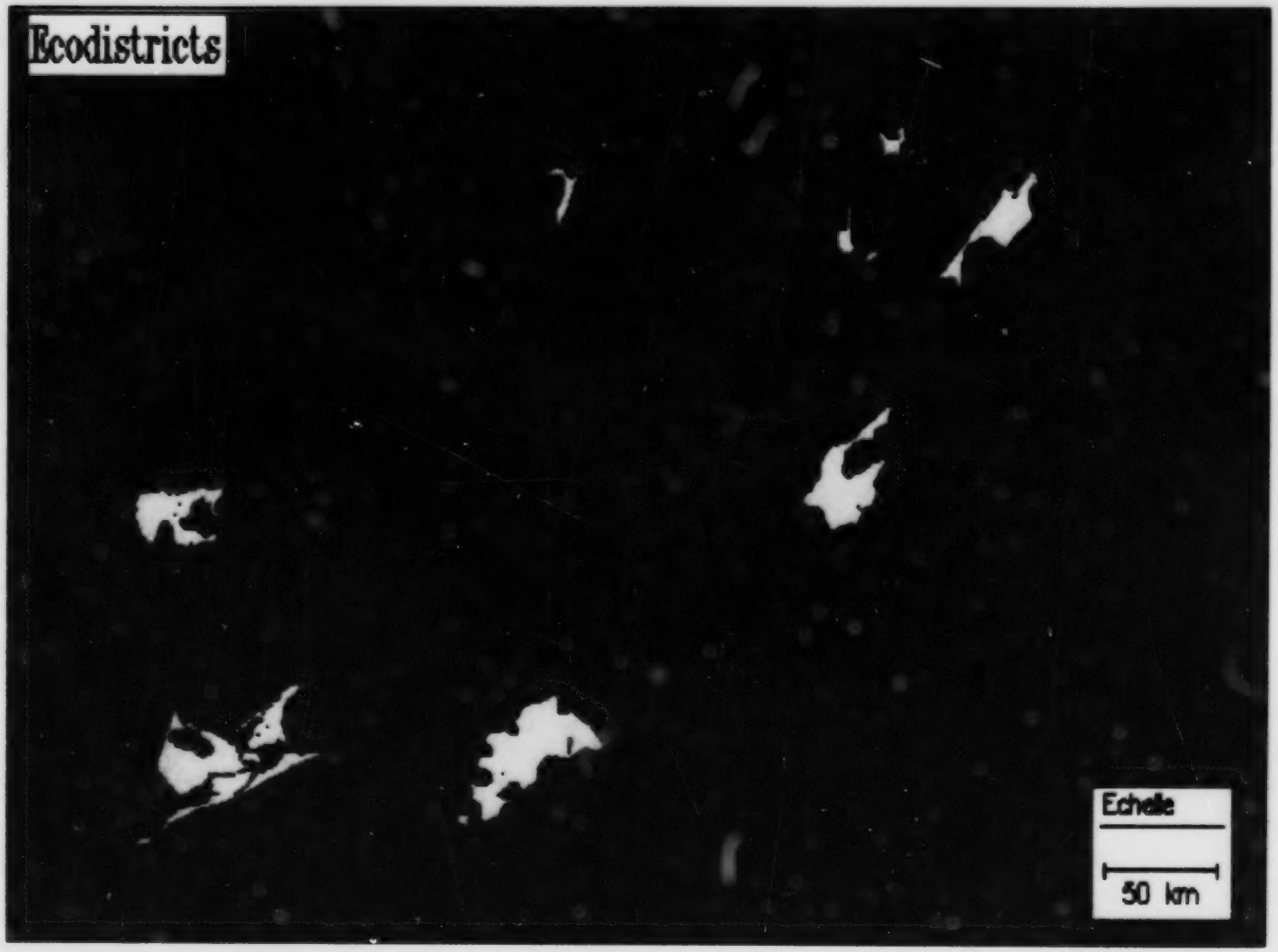
Les écodistricts sont partie d'un système de classification hiérarchique des composantes écologiques. Les écodistricts définissent des zones uniformes des écosystèmes terrestres naturels et ont un niveau de généralisation allant de 1:250 000 à 1:1000 000.

Ils se définissent par l'assemblage d'éléments particuliers qui ont des caractéristiques communes telles le relief, la géologie, la géomorphologie, la végétation, les sols, l'eau et la faune.

Les écodistricts peuvent être employés comme cadre spatial afin de présenter des systèmes environnementaux.

MÉTHODE : On superpose les données provenant de la Direction générale des terres qui contiennent les limites des écodistricts pour l'ensemble du Québec, à la carte des bassins versants préalablement conçue. Cette dernière, servant de carte de base à l'atlas, impose ses limites et on est en mesuse d'éliminer les écodistricts se retrouvant hors de la zone d'étude.

SOURCE : Environnement Canada, Direction générale des terres, "Les écodistricts du paysage du Québec", 1985.


Ecodistricts
Echelle
50 km

DENSITÉ DE POPULATION PAR km² (1986)

L'action de l'homme sur le milieu est probablement la principale cause de pollution de l'environnement en général et, plus particulièrement, de l'eau. On estime à 80% la population du Québec résidant en bordure du fleuve Saint-Laurent, ce qui révèle l'importance de ce plan d'eau pour la population. La carte de densité de population a pour but de déterminer les principaux foyers de population le long du fleuve et par conséquent, de localiser les endroits susceptibles de subir les stress les plus élevés.

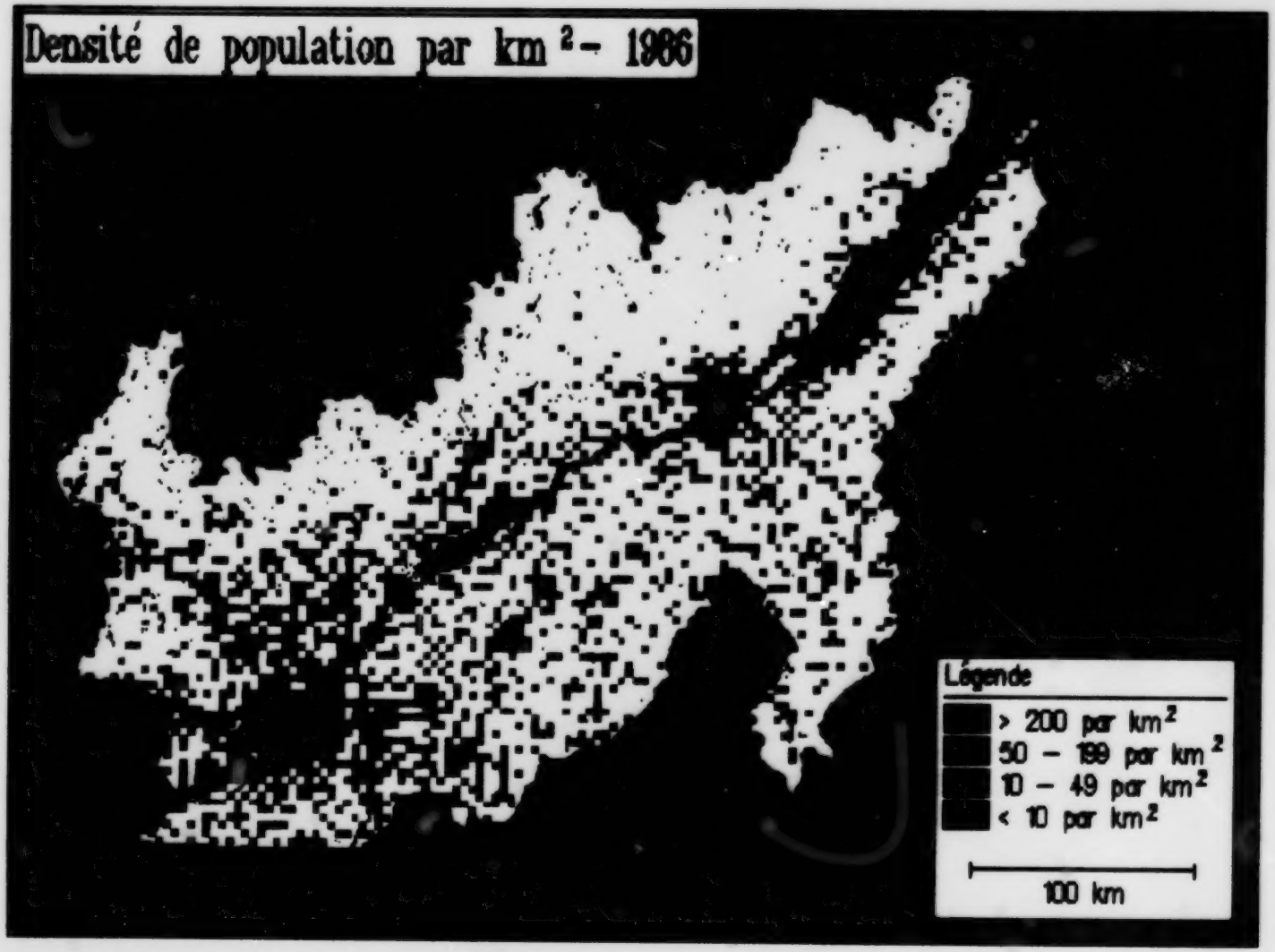
MÉTHODE : La méthode employée pour obtenir cette carte n'est utilisée que pour ce cas particulier. La méthode dite du "Point Quad" se rattache au logiciel SPANS et est utilisée afin d'obtenir la densité de population pour la région à l'étude. Selon le niveau de résolution désiré, ce logiciel définit des aires de concentration de population à partir des points indiquant la population de chaque aire d'énumération.

Il additionne ensuite les valeurs de chacun des points à l'intérieur d'une même zone et divise le résultat obtenu par la superficie de cette zone. On obtient donc la superficie de la population par kilomètre carré. Le "Point Quad" permet également la classification automatique des résultats obtenus en indiquant préalablement les limites des classes.

RÉSULTATS : Ce procédé permet de mettre en évidence les régions densément peuplées de la région à l'étude. On remarque facilement le long du fleuve les régions urbaines de Montréal et de la Rive-Sud, Sorel, Trois-Rivières, Québec et Lévis. D'autres, situées plus loin du fleuve, sont également identifiables, tels Drummondville, Victoriaville, Saint-Jean-sur-Richelieu et Granby.

C'est dans la région de Montréal qu'on observe la plus haute densité de population. Sa zone d'influence s'étend vers le nord et vers le sud où l'on retrouve plusieurs agglomérations dont la densité de population varie de moyenne à très élevée. En général, plus on s'éloigne du fleuve, plus la densité est faible.

SOURCE : Statistique Canada, Recensement 1986.


Densité de population par km² - 1986
Légende
> 200 par km²
50 – 199 par km²
10 – 49 par km²
< 10 par km²
100 km

TERRES AGRICOLES

Les terres agricoles sont délimitées à partir de la oekoumène agricole du Québec, c'est à dire, dans de la zone habitée et cultivable de la province. Les données relatives à l'oekoumène agricole* proviennent de Statistique Canada. Ensuite, on a identifié les terres agricoles se retrouvant à l'intérieur de cette limite. Toutes les cartes traitant de l'agriculture retrouve la carte des terres agricoles comme carte de base.

MÉTHODE : Il est important de préciser, dans ce cas, que les données concernant l'agriculture ne sont disponibles que par division de recensement. C'est pourquoi pour obtenir plus de précision, nous avons superposé la limite de l'oekoumène agricole aux limites des divisions de recensement, ce qui permettait l'élimination des zones non-agricoles.

Par la suite, en se basant sur le relevé de l'utilisation du sol de 1968, on a déterminé les terres où on y pratique l'agriculture.

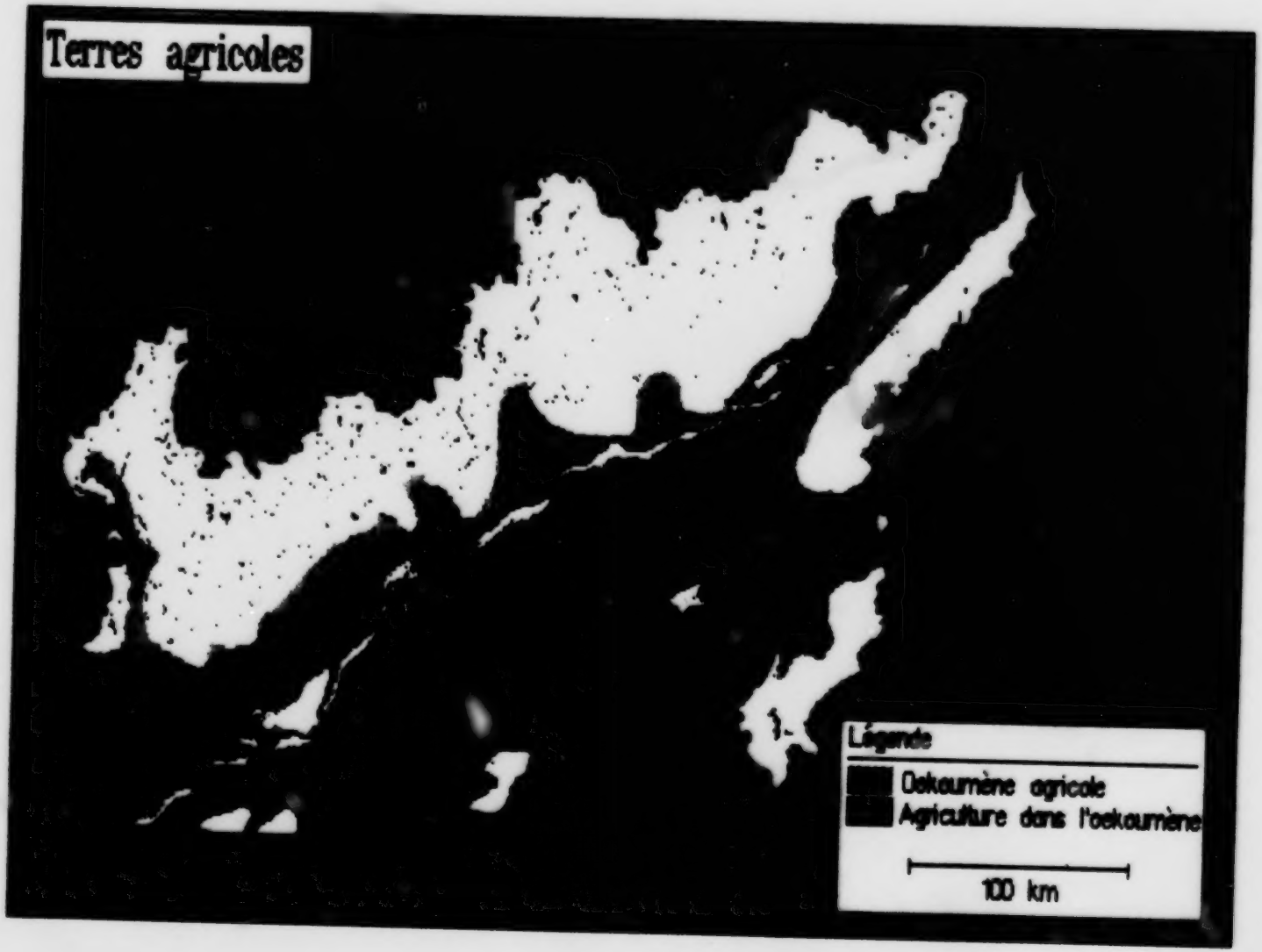
L'utilisation de données datant de 1968 est justifiable. Tout d'abord, les données de l'utilisation des terres pour l'agriculture sont inexistantes à partir de 1968 et, en second lieu, en comparant le nombre d'hectare agricole par division de recensement en 1968 et en 1986, on ne constate que très peu de changement. C'est pourquoi les données de 1968 pour l'agriculture sont jugées représentatives.

RÉSULTATS : En général, on peut observer que l'agriculture se pratique d'une façon assez intensive à l'intérieur de l'oekoumène et principalement sur la Rive-Sud du fleuve Saint-Laurent. Les zones les plus denses en activités agricoles semblent se situer dans la Montérégie, en Estrie et dans les Basses Laurentides.

SOURCES : Oekoumène : Statistique Canada
Terres agricoles : Environnement Canada, Division générale des terres, banque de données sur l'utilisation du sol, 1968.

---

* Pour plus d'informations sur l'oekoumène agricole, se référer au rapport concernant l'inventaire des données.


Terres agricoles
Légende
Ecoumène agricole
Agriculture dans l'ecoumène
100 km

3.2 Activités humaines (stress)

TÊTES DE BÉTAIL PAR km²

L'élevage constitue une activité importante du domaine de l'agriculture. Le changement progressif de l'élevage en pâturage à l'élevage en parc d'engraissement a eu comme résultat, une concentration et une accumulation des déchets. Les déchets provenant de l'élevage représentent une menace pour la qualité de l'air et de l'eau. La qualité de l'eau peut être sérieusement altérée lorsque les eaux de ruissellement provenant de parc d'élevage contaminent les lacs, les cours d'eau, les eaux souterraines et les eaux d'approvisionnement municipales.

MÉTHODE : Plusieurs opérations ont été effectuées afin d'obtenir une répartition adéquate du bétail* à l'intérieur des terres agricoles. Tout d'abord, le nombre total de têtes de bétail par division de recensement a été divisé par la superficie des terres agricoles par division de recensement. Le résultat obtenu nous donne la densité de la population du bétail par kilomètre carré par division de recensement. La classification des résultats est obtenue par la méthode des quantiles (quantile d'ordre trois).

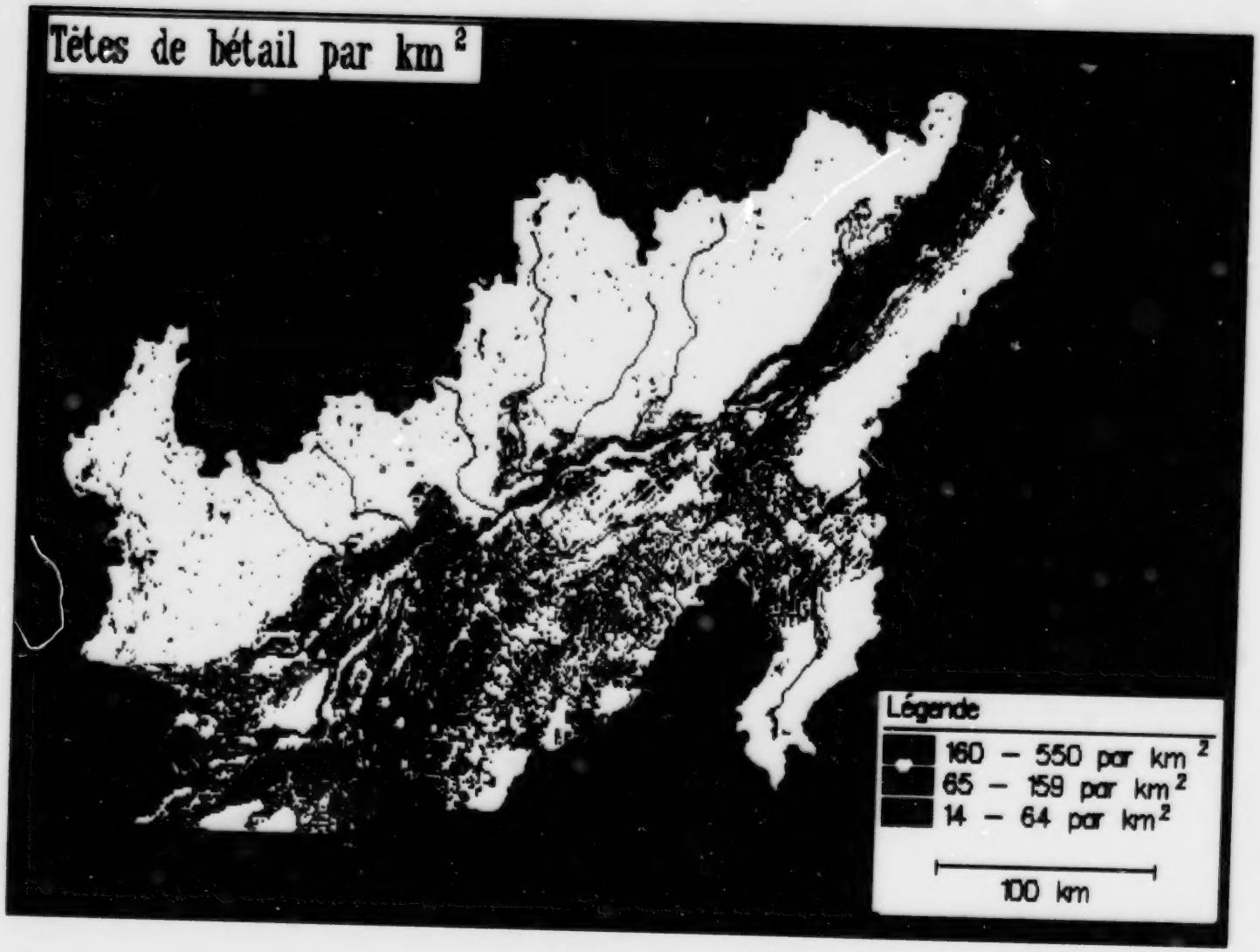
RÉSULTATS : Nous reconnaissons trois régions distinctes ayant une densité élevée pour le bétail, soit de 160 à 550 têtes de bétail par kilomètre carré. Deux se localisent sur la Rive-Sud, une à l'est de Montréal et une autre au sud de la ville de Québec. La troisième se retrouve sur la Rive-Nord, plus précisément dans la région de l'Assomption.

A l'exception des régions en périphérie des centres urbains qui eux, ont une densité plutôt faible, le reste du territoire a une densité moyenne.

SOURCE : Statistique Canada. Recensement 1986.

---

* Bétail : bovins et veaux, porcs, moutons et agneaux.


Têtes de bétail par km²
Légende
160 – 550 par km²
65 – 159 par km²
14 – 64 par km²
100 km

VACHES LAITIÈRES PAR km²

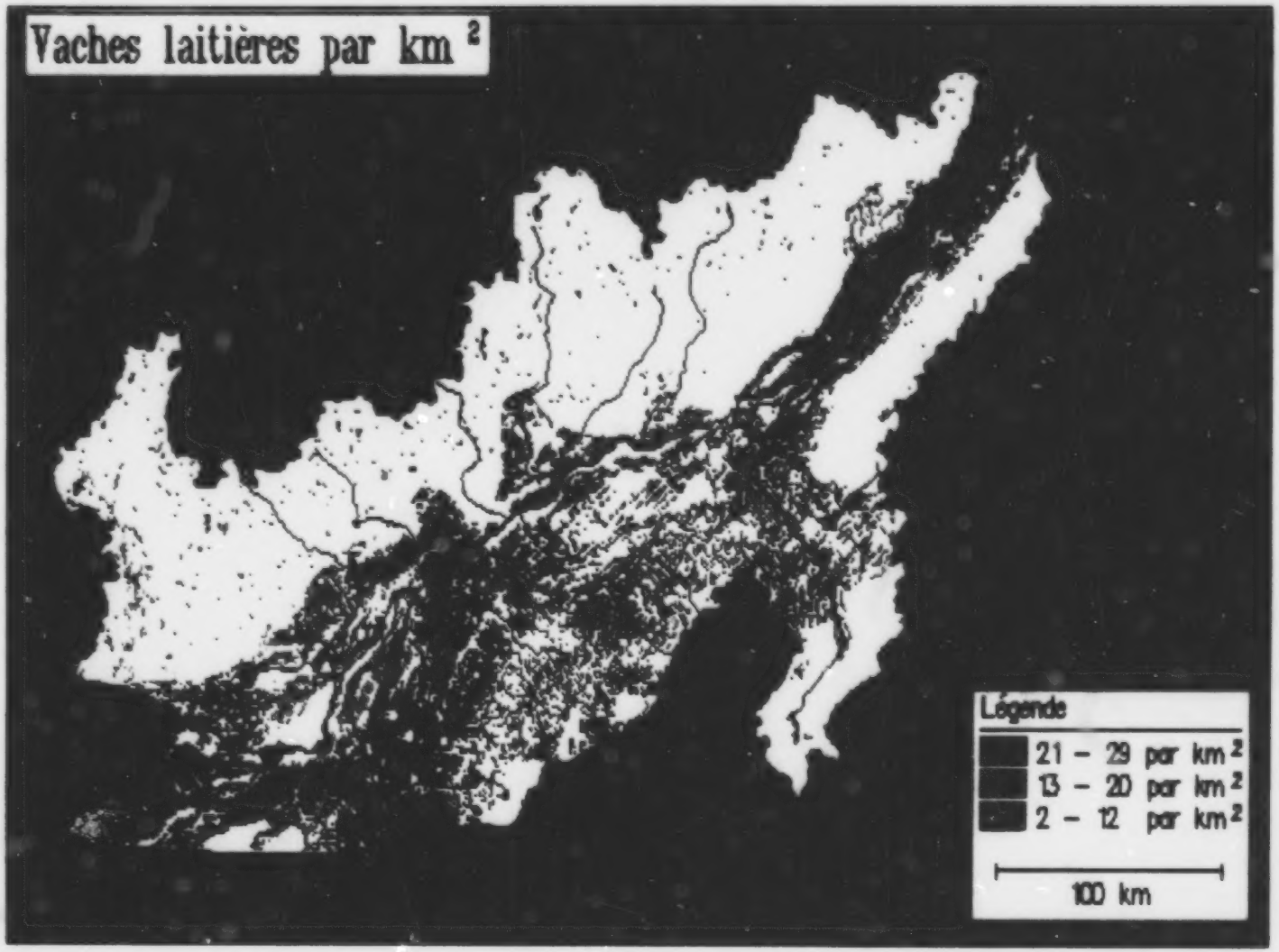
Le Québec est un important producteur de produits laitiers. Les effets de cette exploitation sur l'environnement aquatique sont particulièrement causés par les eaux usées provenant du nettoyage des équipements de ce type de production. Cette carte indique les principales régions d'exploitation selon la densité de vaches laitières par kilomètre carré.

MÉTHODE : Dans le cas présent, la méthode employée pour déterminer la densité de vaches laitières par kilomètre carré est analogue à celle utilisée pour le bétail. Le nombre de vaches par division de recensement est divisé par la superficie des terres agricoles par division de recensement. Les résultats obtenus se répartissent en trois classes selon les quantiles.

Le cheptel laitier en termes de population, est assez bien réparti dans l'ensemble du territoire étudié. Pour des raisons évidentes, (topographie, qualité des terres) il se limite spatialement sur la Rive-Nord, dans les basses terres du Saint-Laurent.

Nous pouvons distinguer quatre principales régions où la densité est plus élevée (de 21 à 29 vaches laitières par kilomètre carré) : la région périphérique de Trois-Rivières au nord et au sud, le long de la rivière Richelieu, au sud de la ville de Québec et sur la Rive-Sud entre La Pocatière et Rivière-du-Loup.

SOURCE : Statistique Canada. Recensement 1986.


Vaches laitières par km 2
Légende
21 - 29 par km 2
13 - 20 par km 2
2 - 12 par km 2
100 km

SYNTHÈSE DES STRESS POTENTIELS DU BÉTAIL ET DE LA PRODUCTION LAITIÈRE

La synthèse des cartes représentant la densité des vaches laitières et de la densité du bétail, a pour but d'illustrer les endroits où le stress potentiel des deux activités combinées semble plus élevé.

MÉTHODE : Pour faire l'intégration des cartes du bétail et des vaches laitières, les valeurs numériques 1, 2, et 3 ont été apposées aux trois classes de densité obtenues par subdivision de recensement. La valeur 3 pour les premières classes (couleur rouge), la valeur 2 pour les deuxièmes classes (couleur orange) et la valeur 1 pour les troisièmes classes (couleur verte). Suite à la pondération, on combine les deux cartes dont les valeurs numériques s'additionnent pour chaque zone. Dans ce cas, on obtient donc une valeur numérique de 6 lorsque deux zones rouges se superposent, une valeur de 5 lorsqu'une zone rouge et orange se rencontrent et ainsi de suite pour chacune des zones. Pour obtenir les points critiques spatiaux, c'est à dire les sites où la densité est la plus élevée par la densité combinée du bétail et des vaches laitières, il faut retenir, après l'intégration, les valeurs de 5 et plus de chaque subdivision de recensement des deux cartes, c'est à dire la classe des quantiles la plus élevée. Par l'utilisation de ces valeurs numériques, il est maintenant possible d'identifier les divisions de recensement où la densité de ces populations animales peut être considérée comme un stress potentiellement élevé.

RÉSULTATS : L'intégration des deux cartes (bétail et vaches laitières) nous indique que c'est au centre du Québec, entre Farnham et Victoriaville approximativement, que l'on retrouve le stress potentiel le plus élevé. Les territoires les plus soumis aux stress du bétail et de la production laitière sont assez éloignés des régions périphériques de Montréal et de Québec.

SOURCE : Statistique Canada. Recensement 1986.

Synthèse des stress potentiels du bétail et de la production laitière
Légende
Potentiel élevé
50 km

MONTANTS DÉPENSÉS EN PESTICIDES PAR km²

Afin de protéger et d'augmenter leurs productions, la majorité des cultivateurs utilisent des produits chimiques pour se débarrasser des insectes, des plantes indésirables, des mauvaises herbes, des champignons, des rongeurs et autres parasites. Durant la dernière décennie, les ventes de pesticides ont considérablement augmenté. Par le lessivage des terres par les eaux de pluies, une certaine quantité de ces produits chimiques se retrouve dans le milieu aquatique.

MÉTHODES : Afin d'avoir l'indicateur le plus représentatif possible de la quantité de pesticides utilisés, étant donné les différentes formes de pesticides (herbicides, insecticides, fongicides), nous avons, comme pour les fertilisants, utilisé les montants totaux consacrés à l'achat de pesticides en 1986 par kilomètre carré agricole. Les montants employés pour les pesticides par division de recensement sont répartis par terre agricole pour chaque division de recensement. On obtient ainsi le montant total dépensé pour l'achat de pesticides par kilomètre carré.

Quoique la relation entre les montants dépensés et la quantité de pesticides utilisés n'est pas directe, il est tout de même possible d'interpréter ces dépenses comme étant un indice potentiel de l'utilisation des pesticides dans la région d'étude. Les trois classes ont été déterminées par les quantiles.

RÉSULTATS : Comme dans le cas des fertilisants, c'est dans la région périphérique de Montréal où nous rencontrons les montants les plus élevés consacrés à l'achat de pesticides (de 2 150$ à 7 500$). L'épandage et la pulvérisation semblent être plus importants dans le sud-ouest du Québec que dans les autres régions. Plus nous nous déplaçons vers l'est, plus les montants alloués à ces produits chimiques diminuent.

SOURCE : Statistique Canada. Recensement 1986.

Montants dépensés en pesticides par km 2
Légende
2 150 $ - 7 500 $ par km 2
600 $ - 2 149 $ par km 2
60 $ - 599 $ par km 2
100 km

MONTANTS DÉPENSÉS EN FERTILISANTS PAR km²

Pour produire l'alimentation nécessaire à l'homme, l'activité agricole requiert tout à la fois la transformation du milieu naturel et l'adaptation à ses potentialités. L'utilisation, souvent surabondante, de fertilisants permet d'augmenter la productivité du sol agricole. Cette augmentation de la productivité ne se fait pas sans un certain impact sur l'environnement terrestre et aquatique. Selon les écologistes "40 p. cent à 50 p. cent des nitrates contenus dans les eaux de surface proviennent de l'écoulement de fertilisants"* (Armour, Lang, 1980). Ce phénomène de dispersion d'une certaine quantité de fertilisants dans le milieu aquatique est relié à plusieurs facteurs, tels les types de culture, les techniques culturales etc. Nonobstant ces nombreux facteurs, les montants d'argent dépensés à l'achat de fertilisants se révèlent comme étant un stress potentiel de pollution : plus la densité des fertilisants épandue est élevée, plus grand est le danger, par le lessivage des terres par les eaux de pluies, qu'une quantité importante de fertilisants se retrouve dans le milieu aquatique.

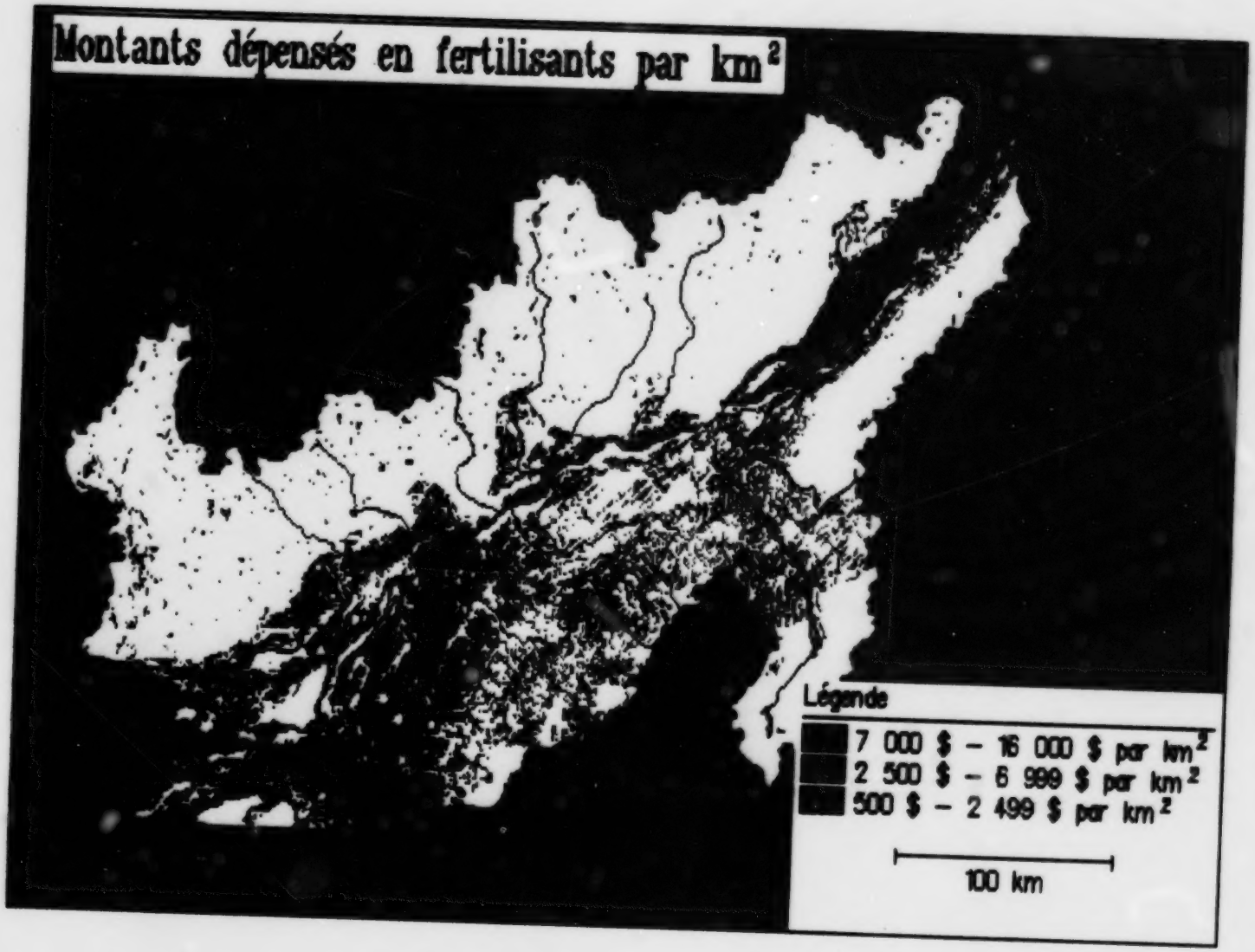
MÉTHODE : Les montants d'argent dépensés par kilomètre carré pour l'achat de fertilisants se sont avérés les indicateurs les plus représentatifs de la densité des fertilisants utilisés. Etant donné que les fertilisants se retrouvent sous plusieurs formes (sec, granuleux, liquide ou gaz pressurisé, liquide non pressurisé, en suspension...), il devient alors difficile d'avoir un indicateur de quantité à la fois pour les liquides, les solides et les gaz. L'emploi des montants d'argent comme indicateur nous permet d'uniformiser et d'avoir une quantité représentative de l'utilisation de fertilisants. Les montants totaux dépensés pour les fertilisants par division de recensement sont divisés par les terres agricoles pour chaque division de recensement. La classification des résultats est établie par les quantiles d'ordre trois ce qui nous donne les montants dépensés en fertilisants par kilomètre carré.

RÉSULTATS : On remarque que la distribution des montants alloués à l'achat de fertilisants est assez symétrique. Suivant les types de culture, la qualité des terres, les degrés-jours et d'autres facteurs, c'est dans la région périphérique de Montréal que l'on retrouve les unités de production qui consacrent le plus d'argent à ces produits. Plus ont se dirige vers l'est, moins les montants sont élevés.

SOURCE : Statistique Canada. Recensement 1986.

---

* Armour, A. et Lang, R. 1980. Livre-ressource de la planification de l'environnement, Environnement Canada, Direction générale des terres.


Montants dépensés en fertilisants par km²
Légende
7 000 $ – 16 000 $ par km²
2 500 $ – 6 999 $ par km²
500 $ – 2 499 $ par km²
100 km

SYNTHÈSE DES STRESS POTENTIELS DE L'UTILISATION DE PESTICIDES ET DE FERTILISANTS

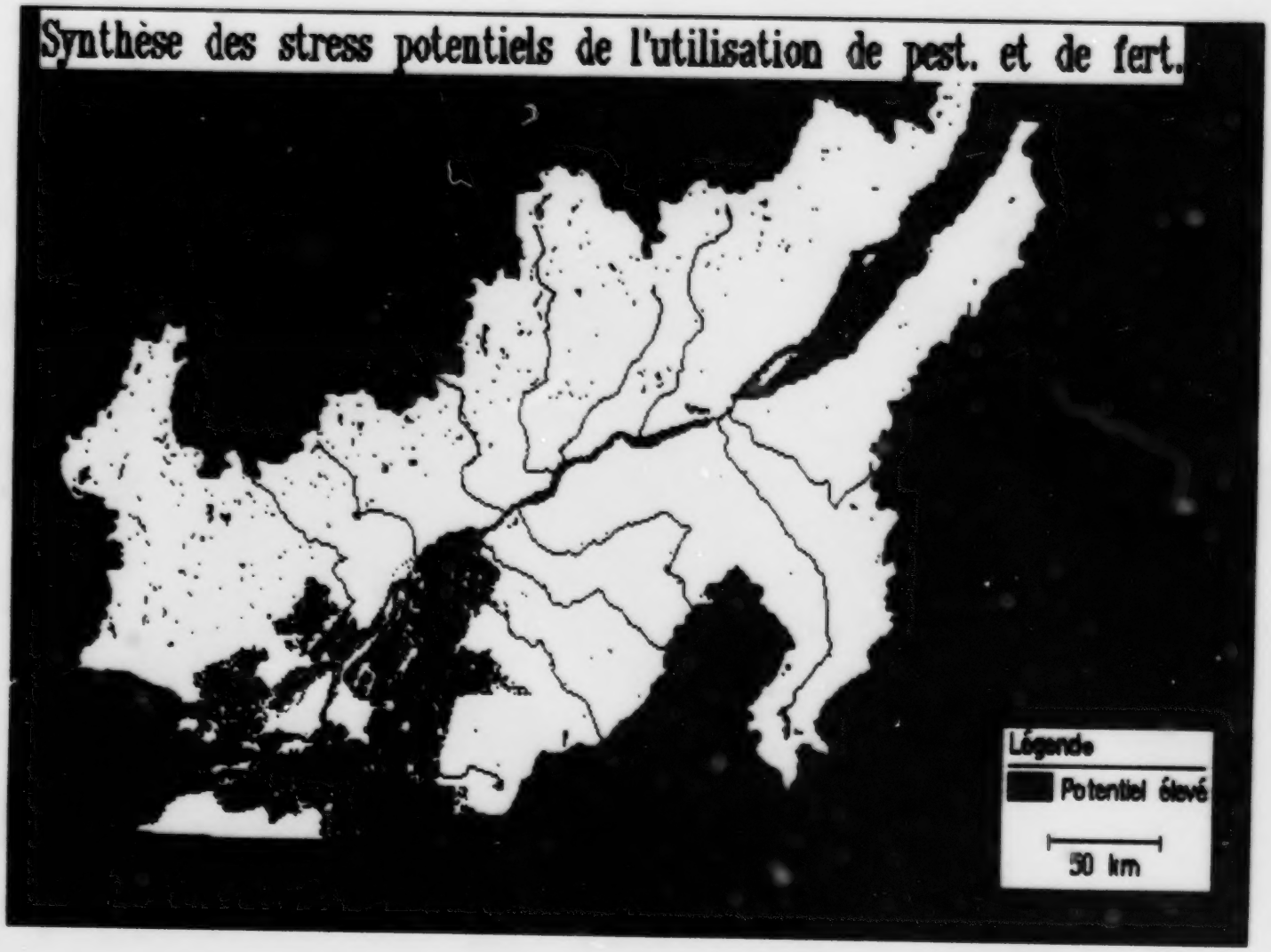
La synthèse des cartes des montants dépensés en pesticides et en fertilisants a pour but d'illustrer les sites potentiellement critiques de l'utilisation de ces produits chimiques. Les plages de couleur rouge représentent les endroits où l'utilisation combinée de pesticides et de fertilisants impose à l'environnement les stress potentiels les plus élevés de la région étudiée.

MÉTHODE : La méthode utilisée est la même que celle employée pour la carte synthèse des cartes de densité du bétail et de vaches laitières. Pour intégrer la carte des montants dépensés en pesticides à celle des montants dépensés pour les fertilisants, des valeurs numériques ont été accordées aux trois classes obtenues des cartes pour les pesticides et les fertilisants. Suite à la pondération, on combine les deux cartes et on additionne les valeurs numériques attribuées aux subdivisions de recensement. Seulement celles de 5 et plus ont été retenues afin d'obtenir les endroits où les stress de ces activités semblent avoir le plus d'impact sur l'environnement.

RÉSULTATS : L'intégration de ces données (pesticides et fertilisants), en une même carte, illustre d'une façon évidente que le réseau hydrographique de ces régions subit un stress potentiel important découlant de l'utilisation de ces produits par l'activité agricole. Non seulement ces produits menacent la vie aquatique, mais ils viennent, en se jetant dans le fleuve via ses tributaires, affecter la qualité de l'eau consommée par près de 40 p. cent de la population du Québec.

De la frontière américaine jusqu'à leurs embouchures, les bassins des rivières Yamaska et Richelieu subissent un stress très important. De plus, le cours inférieur de la rivière Assomption ainsi que toute la région périphérique de Montréal ont un stress potentiel élevé.

SOURCE : Statistique Canada. Recensement 1986.


Synthèse des stress potentiels de l'utilisation de pest. et de fert.
Légende
Potentiel élevé
50 km

INDEX DES STRESS POTENTIELS DES ACTIVITÉS AGRICOLES

Par définition, une carte index est le résultat d'une superposition de deux ou plusieurs cartes. En combinant les cartes, on intégre les indicateurs de stress potentiels agricoles. Ce qui permet de représenter sur une seule carte toute l'information traitant d'une activité ou d'un phénomène particulier. Si un indicateur est plus important que les autres, un poids ou une valeur plus élevée peut lui être attribuée. En ce qui concerne l'agriculture, les indicateurs sont tous égaux. Cette carte est le résultat de la superposition des deux cartes synthèse de stress potentiels agricoles préalablement obtenues :

1. la carte synthèse des stress potentiels du bétail et de la production laitière;
2. la carte synthèse des stress potentiels de l'utilisation de pesticides et de fertilisants.

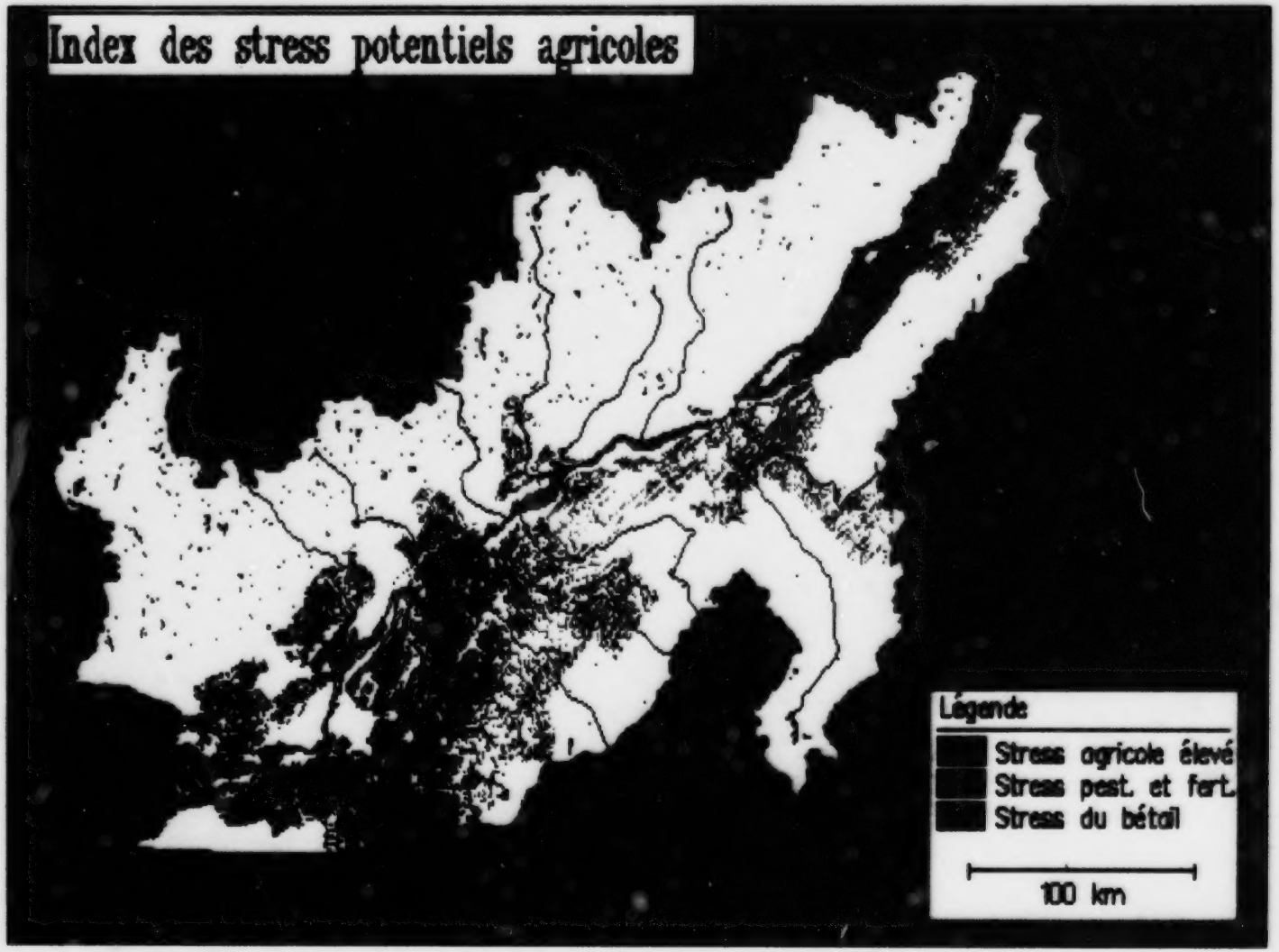
MÉTHODE : Le logiciel SPANS permet de créer des cartes index en superposant plusieurs cartes d'entrées. Les deux cartes mentionnées plus haut sont donc combinées pour obtenir une carte de valeurs composites.

Pour ce faire, on a attribué la valeur numérique 1 aux zones de stress potentiel pour le bétail et la production laitière et la valeur numérique 2 aux zones de stress potentiel pour les fertilisants et les pesticides. De cette façon, lors de l'intégration des deux cartes, on additionne les valeurs numériques de chaque zone.

Alors, les zones de stress dont la valeur numérique est égale à 3, correspondent aux zones de stress vaches/bétail et pesticides/fertilisants et sont réprésentées en rouge. Les zones de valeur numérique 2 (en orange) et de 1 (en jaune) illustrent toujours les fertilisants/pesticides et vaches/bétail.

RÉSULTATS : Les types de stress potentiel des activités agricoles semblent assez bien délimités entre eux. La répartition des trois classes de stress nous indique que les bassins des rivières Yamaska, Richelieu, ainsi que les cours inférieurs des rivières Assomption et Saint-François, de même que la région au sud-ouest de Montréal, subissent le stress intense des activités agricoles plus que tout autre endroit de la région à l'étude.

SOURCE : Statistique Canada. Recensement 1986.


Index des stress potentiels agricoles
Légende
Stress agricole élevé
Stress pest. et fert.
Stress du bétail
100 km

VOLUME QUOTIDIEN D'EAUX USÉES REJETÉES PAR SDR (m^3)

Les rejets d'eaux usées non traitées ou insuffisamment traitées qui proviennent des municipalités constituent une des principales forme d'agression de la ville sur les cours d'eau. Les rejets contiennent, entre autres, les eaux usées des ménages, des commerces et des industries.

Présents dans ces effluents, les composés organiques et les éléments nutritifs peuvent stimuler la demande biologique en oxygène et contribuer à l'eutrophisation des plans d'eau. De même, les métaux lourds que l'on retrouve dans les boues d'épuration peuvent s'accumuler dans les eaux et sédiments pour ainsi contaminer la chaîne alimentaire.

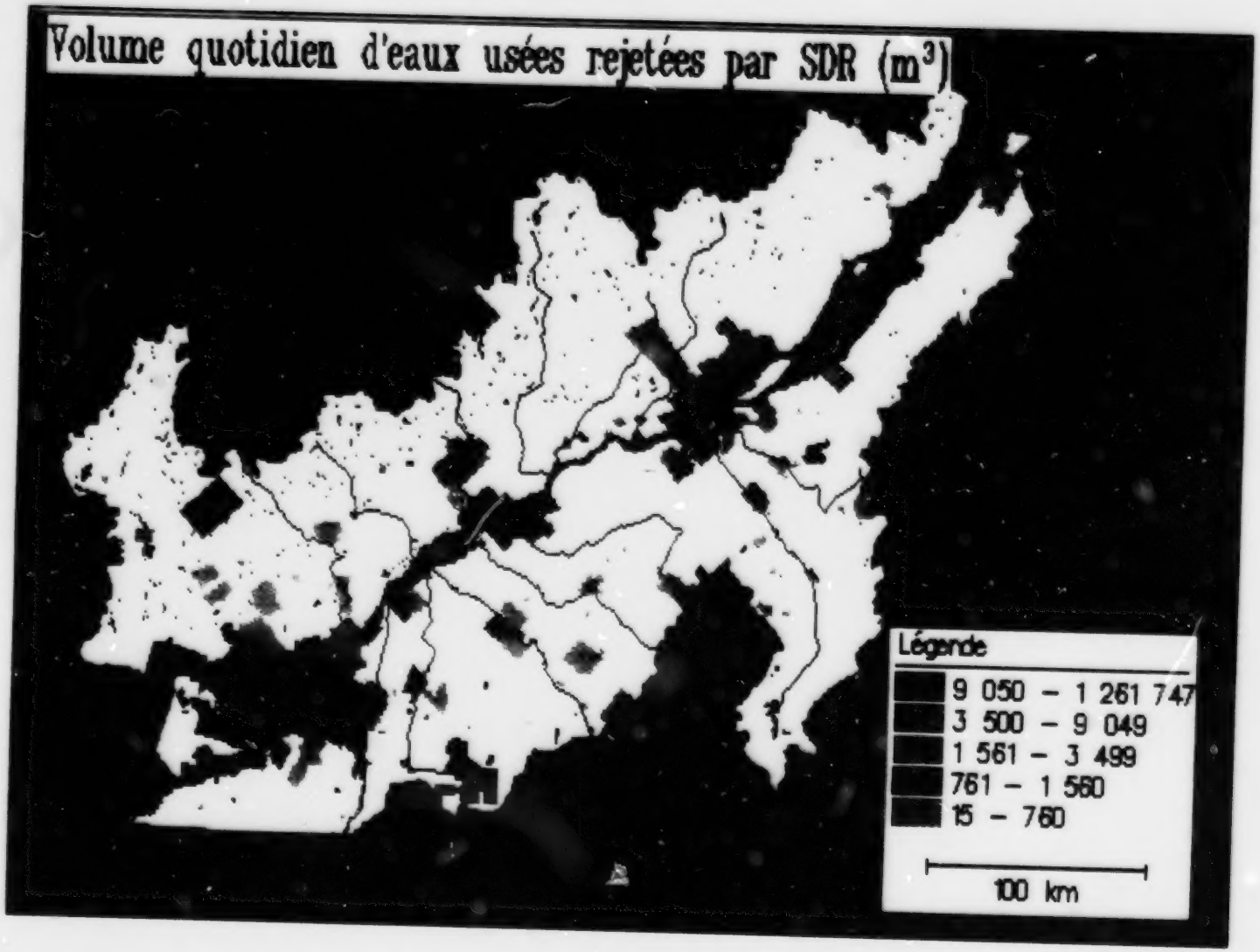
Les données utilisées pour cette carte, et les deux suivantes proviennent de la "Municipal Water Use Database" (MUD) et nous informe sur la quantité d'eau rejetée par municipalité ainsi que le type de traitement que reçoit cette eau usée. On y retrouve 455 municipalités de 1000 habitants ou plus; 356 d'entres elles ne possèdent aucun type de traitement des eaux usées. Il y a 7 municipalités qui ont un traitement primaire (mécanique), 89 ont un traitement secondaire (biologique) et seulement 3 municipalités ont un traitement tertiaire (chimique).

MÉTHODE : Selon la base de données (MUD), on classes en cinq groupes le volume d'eaux usées en m^3 rejetées par la méthode des quantiles. On recolore ensuite chaque municipalité selon la classification.

RÉSULTATS : Sur cette carte les subdivisions de recensement rejetant un plus grand volume d'eaux usées sont, naturellement, celles dans lesquelles il y a une plus forte concentration de commerces, d'industries et de population.

Quotidiennement, les SDR identifiées en couleur rouge, rejettent entre 9 049 m^3 et 1 261 747 m^3 d'eaux usées. Parmi celles-ci, on reconnaît les régions qui englobent l'île de Montréal, Laval, Varennes, Trois-Rivières et Québec.

SOURCE : Environnement Canada. 1986. Direction des eaux intérieures, base de données MUD (Municipal water Use Database).


Volume quotidien d'eaux usées rejetées par SDR (m3)
Légende
9 050 – 1 261 747
3 500 – 9 049
1 561 – 3 499
761 – 1 560
15 – 760
100 km

VOLUME QUOTIDIEN D'EAUX USÉES REJETÉES PAR HABITANT (m^3)

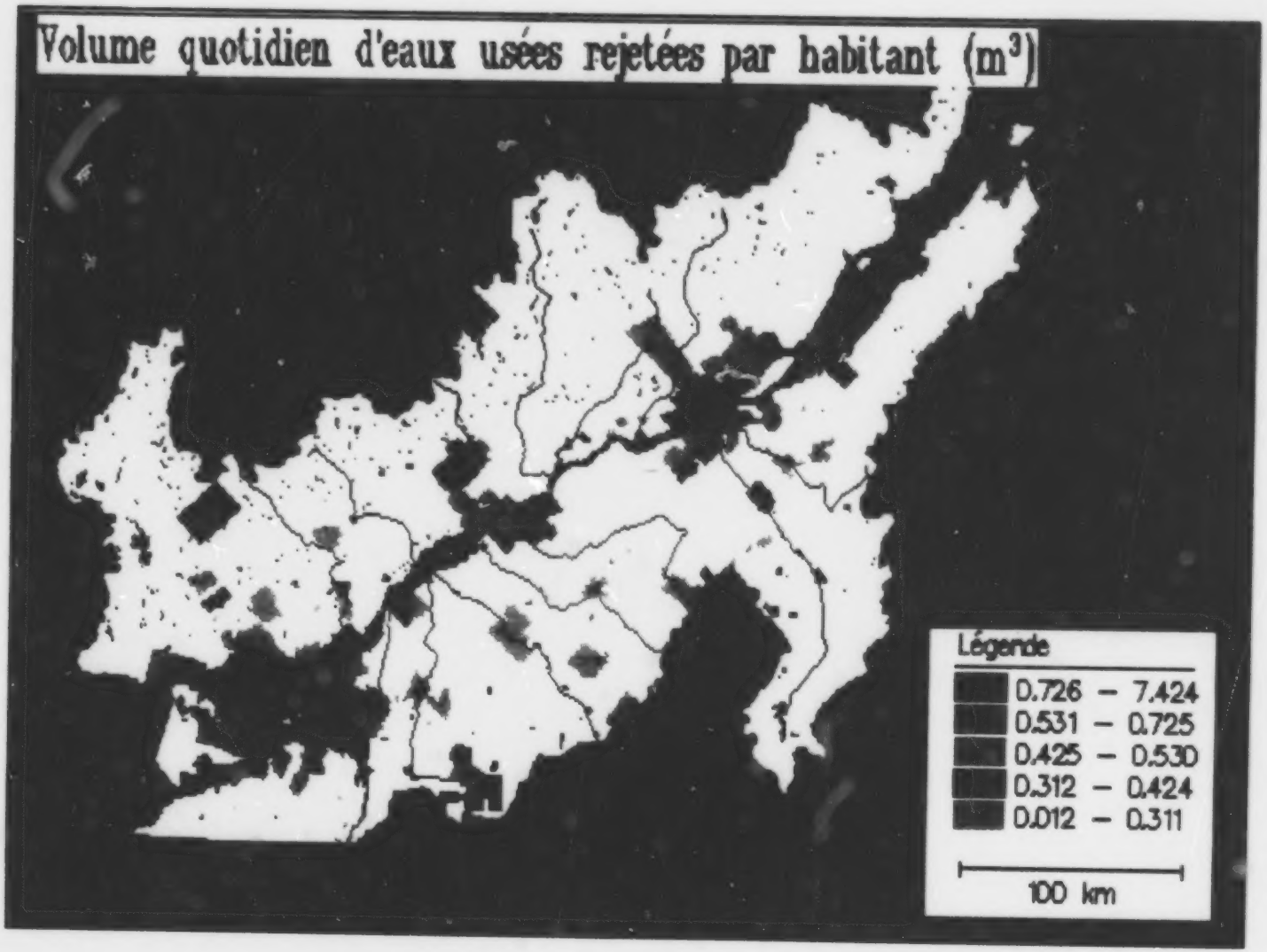
Cette carte, comparativement à la première, illustre le volume quotidien d'eaux usées rejetées par SDR, divisé par la population de chaque SDR. L'objectif de cette carte consiste à démontrer quelles sont les subdivisions de recensement rejetant le plus haut volume d'eau par habitant, ce qui laisse supposer que, pour ces SDR, on retrouve plusieurs activités connexes qui rejettent d'importantes quantité d'eau.

MÉTHODE : Pour parvenir à cette représentation, le volume quotidien des eaux usées des subdivisions de recensement se divise par la population de ceux-ci. La classification des résultats obtenus provient des quantiles d'ordre cinq. Les municipalités sont alors colorées selon cette classification.

RÉSULTATS : On peut observer que Trois-Rivières, la majeure partie de l'île de Montréal, la région de Contrecoeur, Salaberry de Valleyfield sont quelques exemples de municipalités situées le long du fleuve dont chaque habitant rejette entre 0,726 mètre cube et 7,424 mètres cube d'eaux usées par jour.

Sont incluses dans la deuxième et troisième catégorie, les villes de Bécancour, de Québec, de Laval, de Longueuil, de Sorel, de Verchères, de Beauharnois et de Châteauquay (de 0,425 m^3/j à 0,725 m^3/j).

SOURCE : Environnement Canada. 1986. Direction des eaux intérieures, base de données MUD (Municipal Water Use Database).


Volume quotidien d'eaux usées rejetées par habitant (m³)
Légende
0.726 – 7.424
0.531 – 0.725
0.425 – 0.530
0.312 – 0.424
0.012 – 0.311
100 km

VOLUME QUOTIDIEN D'EAUX USÉES REJETÉES PAR COMMERCE ET INDUSTRIE (m^3)

La troisième carte de cette série démontre uniquement le volume d'eaux usées que les commerces et les industries rejettent par jour selon les subdivisions de recensement.

MÉTHODE : A l'intérieur de la banque de données MUD, on retrouve également les données concernant le débit moyen quotidien des eaux municipales commerciales et institutionnelles, ainsi que le débit moyen quotidien des eaux municipales destinées à un usage industriel.

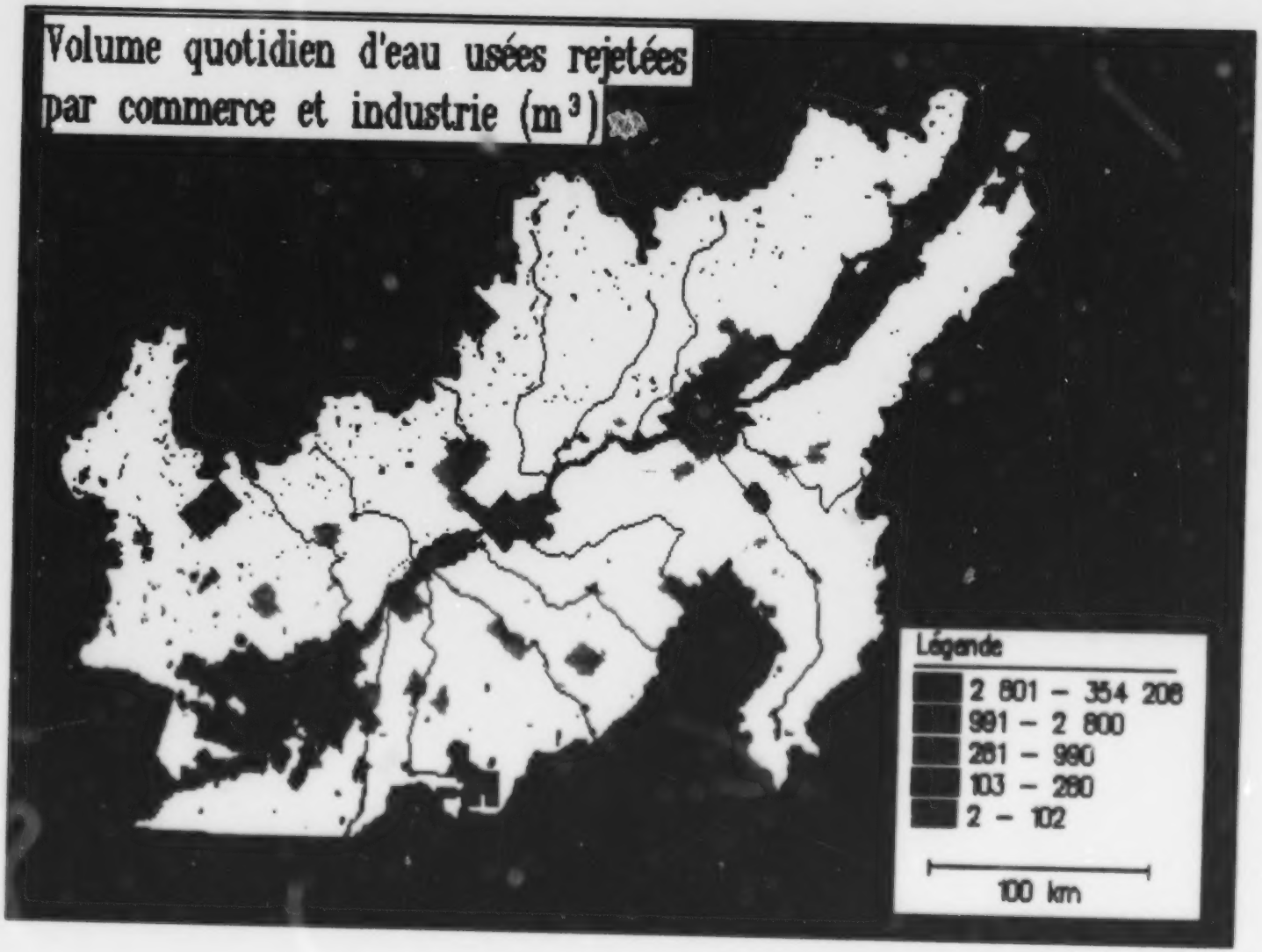
Pour obtenir cette carte, on a jumelé ces deux variables et classifié les résultats obtenus par quantiles d'ordre cinq. Les SDR sont ensuite recolorées selon cette classification.

RÉSULTATS : Les résultats illustrés par cette carte se comparent aux résultats de la carte présentant le volume quotidien d'eaux usées par les SDR. On retrouve les rejets importants, entre 2 801 m^3 et 364 208 m^3 d'eau par jour, dans les régions comme Montréal, Laval, Québec, Saint-Jean-sur-Richelieu et Granby.

Les industries et les commerces de Bécancour et Mirabel se retrouvent dans la seconde classe en rejetant de 991 m^3 à 2 800 m^3 d'eau par jour, ce qui n'est pas négligeable.

Dans l'ensemble, pour les trois cartes, on peut observer que se sont les mêmes SDR qui se retrouvent soit dans la première ou la seconde classe, offrant ainsi les classes de plus haut stress potentiel de la région à l'étude. Au niveau de la distribution spatiale, les résultats sont analogues, ce qui indique que cette analyse peut être considérée comme déterminante concernant les points critiques spatiaux (en rouge).

SOURCE : Environnement Canada. 1986. Direction des eaux intérieures, Base de données MUD (Municipal water Use Database).


Volume quotidien d'eau usées rejetées par commerce et industrie (m³)
Légende
2 801 – 354 208
991 – 2 800
281 – 990
103 – 280
2 – 102
100 km

INDUSTRIES - REJETS TOTAUX (m^3/an)

Le secteur industriel représente un pilier important de l'économie du pays. En plus de produire la plupart des biens que nous utilisons, le secteur manufacturier est aussi un secteur important en termes de création d'emplois, d'investissement, de production et d'exportation.

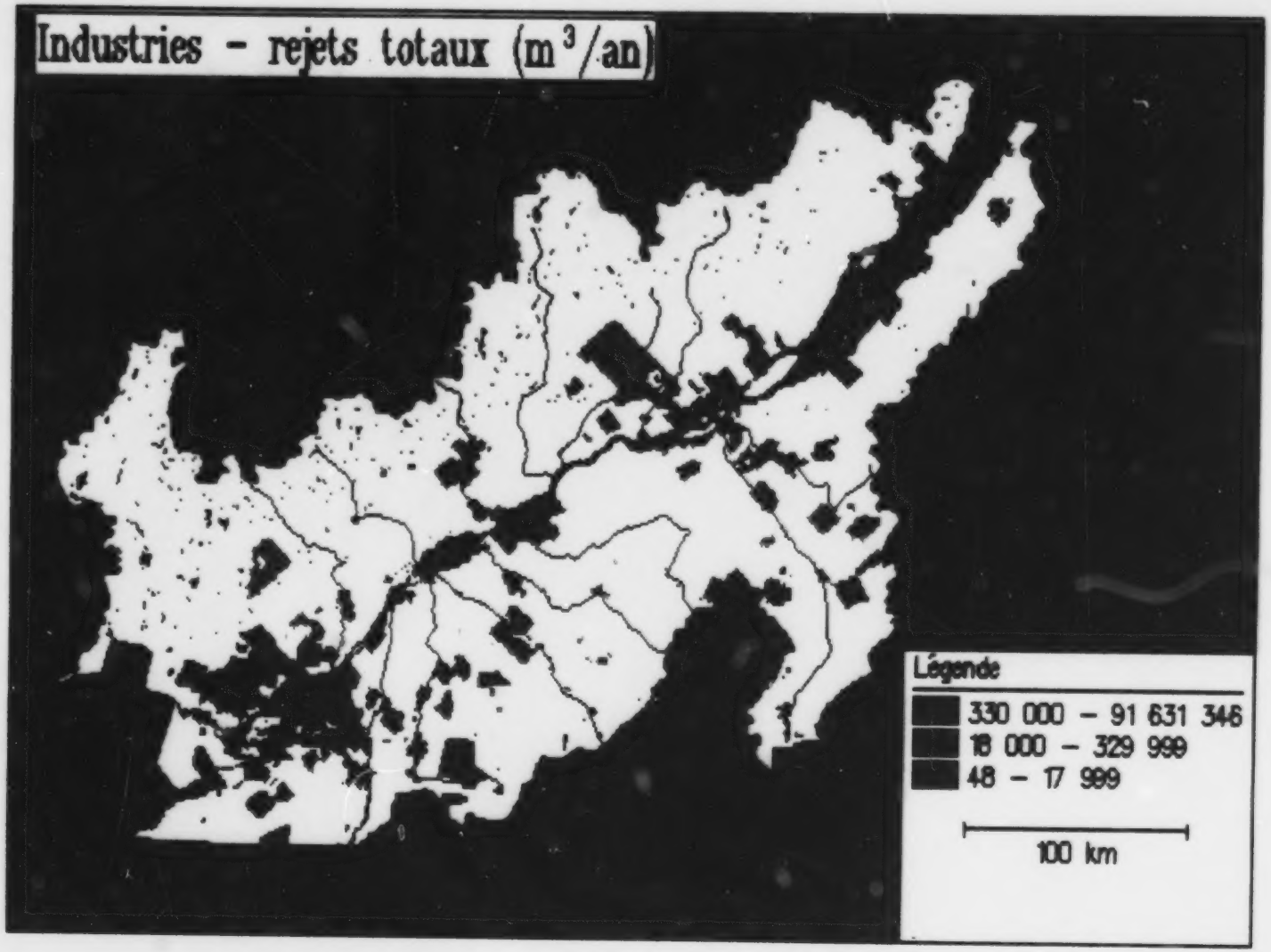
Les industries constituent toutefois une source majeure de nuisances pour l'environnement tant au niveau des ressources naturelles qu'à celui des activités humaines. Les rejets industriels sont responsables de la plupart des types de pollution présents dans le fleuve Saint-Laurent. Ces rejets contiennent entre autres, de la matière organique, des métaux lourds, des substances toxiques, des huiles et divers résidus.

MÉTHODE : La première étape à réaliser afin d'obtenir cette carte, consiste à localiser les industries à l'intérieur des subdivisions de recensement. Ensuite, on recueille le total annuel des rejets produits par l'ensemble des industries par SDR. La classification des résultats s'effectue à partir des quantiles d'ordre trois.

RÉSULTATS : Cette carte représente les rejets totaux des secteurs industriels mentionnés ci-haut. On peut observer dans les régions de Montréal, de Laval, de Boucherville et de Varennes, des rejets d'industries assez importants allant de 330 000 m^3/an à 71 631 346 m^3/an. Les villes de Québec, de Trois-Rivières, de Contrecoeur et de Beauharnois font également partie de cette catégorie.

Sont également identifiées sur cette carte, les régions rejetant entre 48 m^3/an et 329 999 m^3/an de résidus telles Bécancour, Mirabel et Gatineau/Hull. D'une façon générale, les rejets les plus importants provenant d'industries se concentrent le long du fleuve et aux abords de ses principaux tributaires.

SOURCES : Environnement Canada et Statistique Canada. 1986.


Industries - rejets totaux (m³/an)
Légende
330 000 - 91 631 346
18 000 - 329 999
48 - 17 999
100 km

AGRO-ALIMENTAIRES - REJETS TOTAUX (m^3/an)

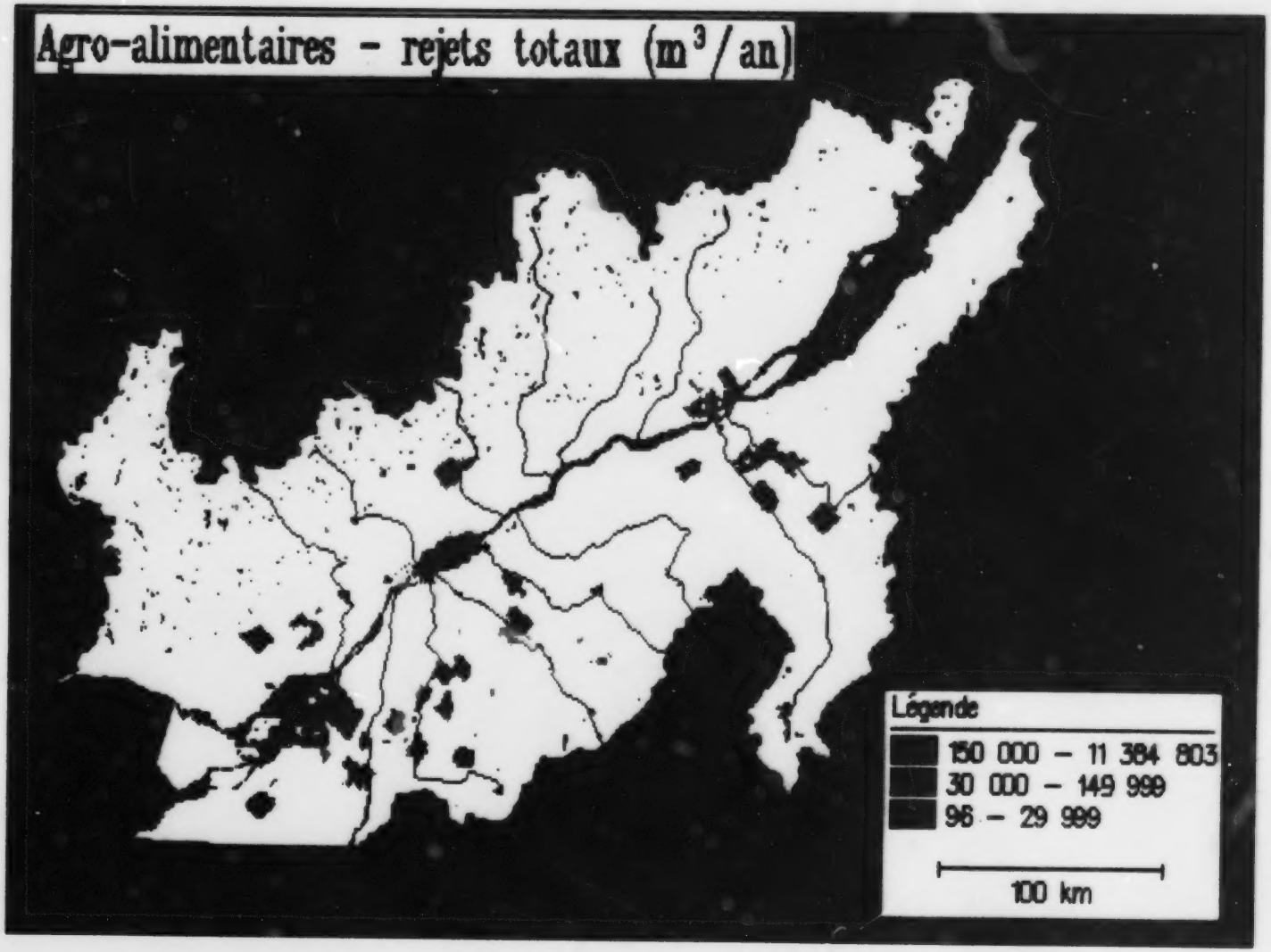
Les industries agro-alimentaires sont une source importante de rejets contenant de la matière organique. Ce type de pollution diminue l'esthétique des plans d'eau en plus d'augmenter la demande biologique en oxygène (DBO_5).

MÉTHODE : La méthode utilisée cette fois, est assez semblable à celle employée pour la carte précédente. Il faut identifier uniquement les industries agro-alimentaires par subdivisions de recensement et on additionne les rejets totaux annuels. En y appliquant les quantiles d'ordre trois, on peut classifier les résultats et déterminer la quantité des rejets produits par l'industrie agro-alimentaire par SDR.

RÉSULTATS : On peut remarquer que la plupart des rejets industriels provenant des usines agro-alimentaires se concentrent dans la région de Montréal, en Estrie et dans la Beauce. Concernant les rejets élevés (160 000 m^3/an à 11 384 803 m^3/an), certains d'entre eux proviennent de Montréal, de Laval, de Sainte-Marie-de-Beauce, de Saint-Hyacinthe, de Chambly et de Saint-Jean-sur-Richelieu.

Des rejets de 96 m^3/an à 159 999 m^3/an sont évacués à Granby, à Québec, à Drummondville, à Boucherville et à Sainte-Julie.

SOURCES : Environnement Canada et Statistique Canada. 1986.


Agro-alimentaires - rejets totaux (m³/an)
Légende
150 000 – 11 384 803
30 000 – 149 999
96 – 29 999
100 km

INDUSTRIES CHIMIQUES - REJETS TOTAUX (m^3/an)

La production de l'industrie chimique est extrêmement diversifiée. "L'industrie chimique compte environ 330 établissements au Québec, les plus importants étant situés dans la région de Montréal".*

Les rejets provenant de ce type d'industrie peuvent contenir des substances chimiques en vrac, comme le dioxyde de titane, des composés organo-chlorés (BPC), des phénols ou du chlorure de vinyle. Les rejets peuvent aussi contenir des composés organiques et inorganiques et des métaux lourds.

La fabrication ou l'utilisation de ces substances chimiques contribue à la dégradation du milieu écologique et peut avoir des effets nuisibles sur la santé (intoxications).

MÉTHODE : La méthode employée pour cette carte est analogue à la précédente. Il suffit de localiser les industries chimiques par subdivision de recensement. Les rejets annuels totaux sont additionnés entre eux pour chaque SDR et les résultats peuvent être classifiés. Les trois classes sont données par les quantiles.

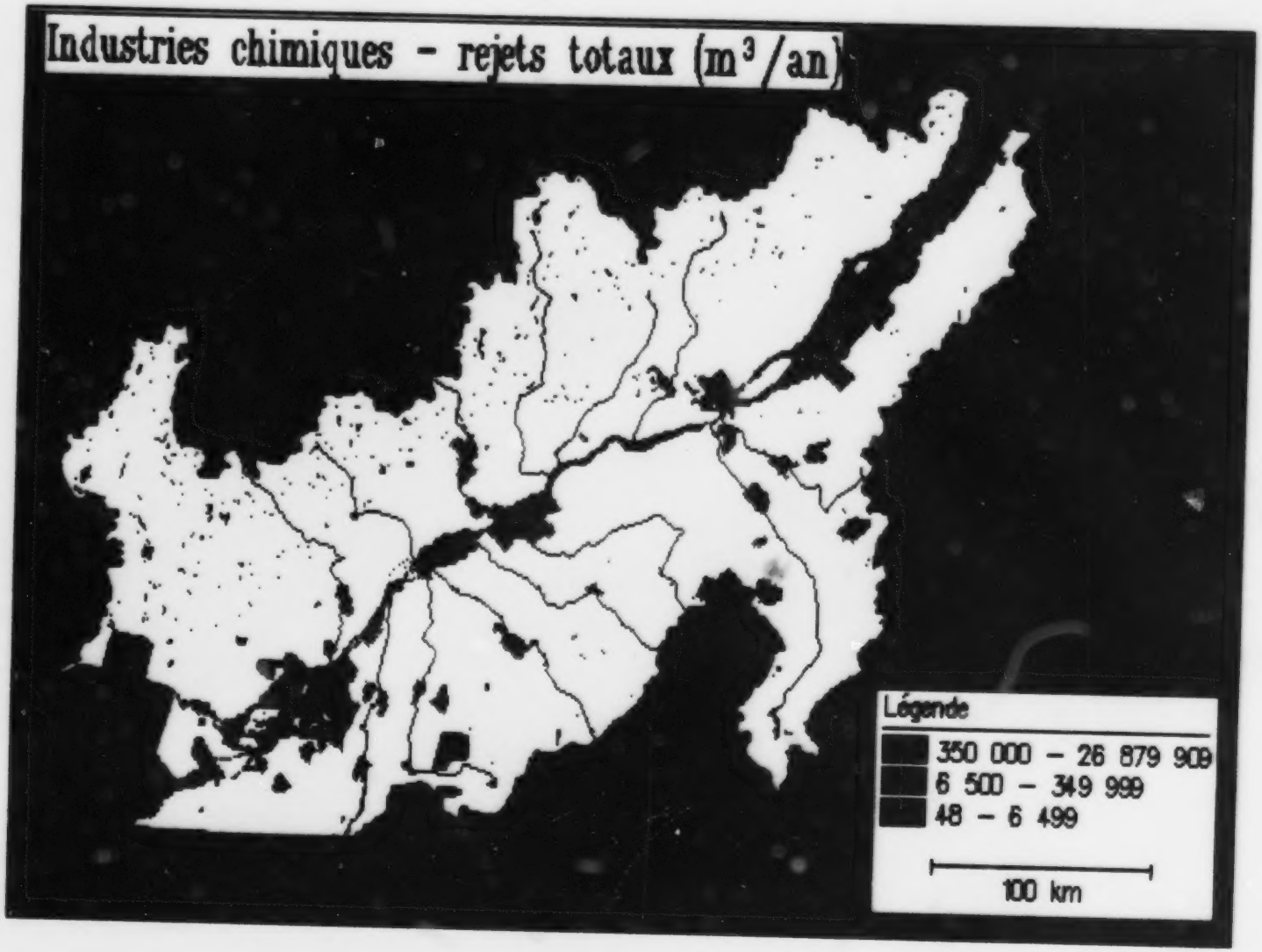
RÉSULTATS : Concernant la localisation d'industries chimiques rejetant entre 350 000 m^3/an et 26 879 909 m^3/an de résidus, on peut observer qu'elles se retrouvent principalement dans les régions de Montréal, de Laval, de Varennes et de Québec. Les rejets sont également importants à Saint-Jean-sur-Richelieu, à Salaberry-de-Valleyfield, à Beauharnois, à Farnham et à Granby.

Les régions de Gatineau/Hull, de Trois-Rivières et de Montmagny produisent des rejets de l'ordre de 6 500 m^3/an à 349 999 m^3/an. Ceux se situant entre 48 m^3/an et 6 499 m^3/an comprennent les villes de Bécancour, de Saint-Jean-Chrysostome et de La Pocatière.

SOURCES : Environnement Canada et Statistique Canada. 1986.

---

* Gouvernement du Québec, Ministère de l'Environnement, "L'environnement au Québec : un premier bilan (document technique)", 1988.


Industries chimiques - rejets totaux (m³/an)
Légende
350 000 – 26 879 909
6 500 – 349 999
48 – 6 499
100 km

INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES - REJETS TOTAUX (m^3/an)

La métallurgie constitue une source de pollution importante de la région à l'étude. Ce type d'industrie comprend plusieurs sous-industries, telles les industries sidérurgiques, les fonderies de fer, les industries de la fonte et de l'affinage des métaux non ferreux, des alumineries ainsi que les industries du laminage, du moulage et de l'extrusion de ces métaux.

On attribue principalement à ce type de fabrication, des rejets de sédiments (boues) et de produits toxiques tels des décapants, des huiles, des solvants et des détergents. La métallurgie contribue aussi à augmenter la concentration de métaux lourds dans l'eau.

Ce genre de pollution est particulièrement nocif pour la faune aquatique. Par le phénomène de bio-accumulation, les métaux comme le plomb ou le mercure rendent les poissons impropres à la consommation.

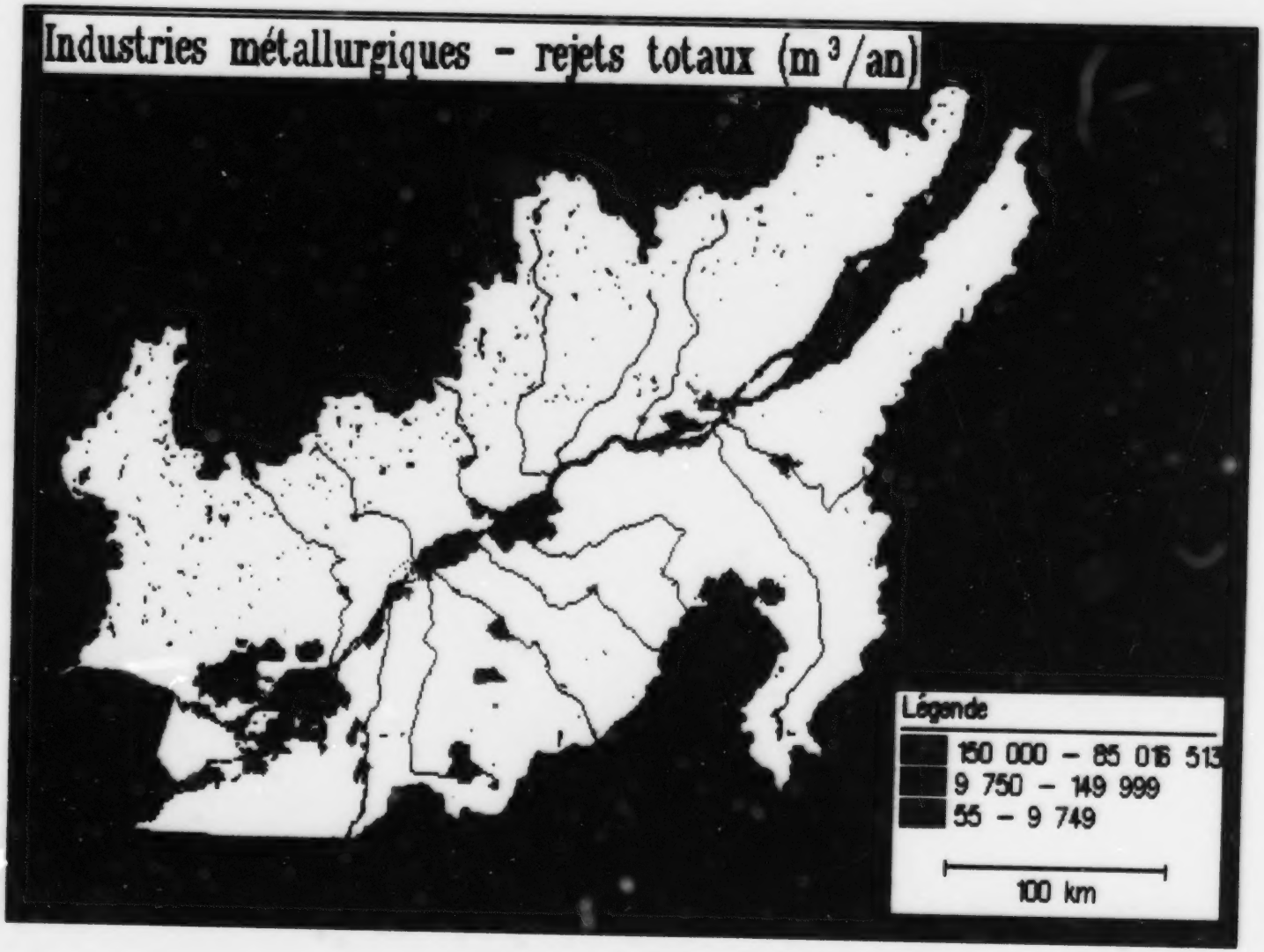
MÉTHODE : Après avoir localisé les industries métallurgiques par subdivision de recensement, les rejets totaux annuels sont quantifiés et classifiés. Chaque limite de classe est déterminée par la méthode des quantiles.

RÉSULTATS : Cette carte représente les rejets totaux provenant des industries métallurgiques inclusent dans la région d'étude.

Les villes de Trois-Rivières et Québec produisent peu de rejets industriels. Ceux-ci varient entre 55 m^3/an et 9 749 m^3/an.

Les régions de Montréal, de Laval, de Varennes, de Bécancour et de Salaberry-de-Valleyfield présentent cependant des rejets beaucoup plus importants, se situant entre 150 000 m^3/an et 85 016 513 m^3/an.

SOURCES : Environnement Canada et Statistique Canada. 1986.


Industries métallurgiques - rejets totaux (m³/an)
Légende
150 000 - 85 016 513
9 750 - 149 999
55 - 9 749
100 km

MINES - REJETS TOTAUX (m^3/an)

L'activité minière occupe une place essentielle dans la production de matières premières. "Le Québec produit près d'une trentaine de substances minérales. Les cinq principales sont, par ordre d'importance, l'or, le minerai de fer, les scories de titane, le ciment et l'amiante".*

Toutefois, l'extraction des minerais, en plus de perturber le paysage, donne lieu à de grandes quantités de déchets. Ceux-ci peuvent être rejetés dans les cours d'eau via les effluents. On retrouve dans ces rejets plusieurs polluants comme des métaux lourds (minerai de fer, cuivre, zinc...) et des boues. Il en résulte une modification du pH, une augmentation de la température et une hausse de particules en suspension dans l'eau.

MÉTHODE : Les subdivisions de recensement disposant de sites consacrés à l'activité minière sont préalablement localisées à l'intérieur de la région d'étude. Trois classes sont ensuite définies par les quantiles d'ordre trois appliqués au volume annuel total des rejets de ce type d'industrie.

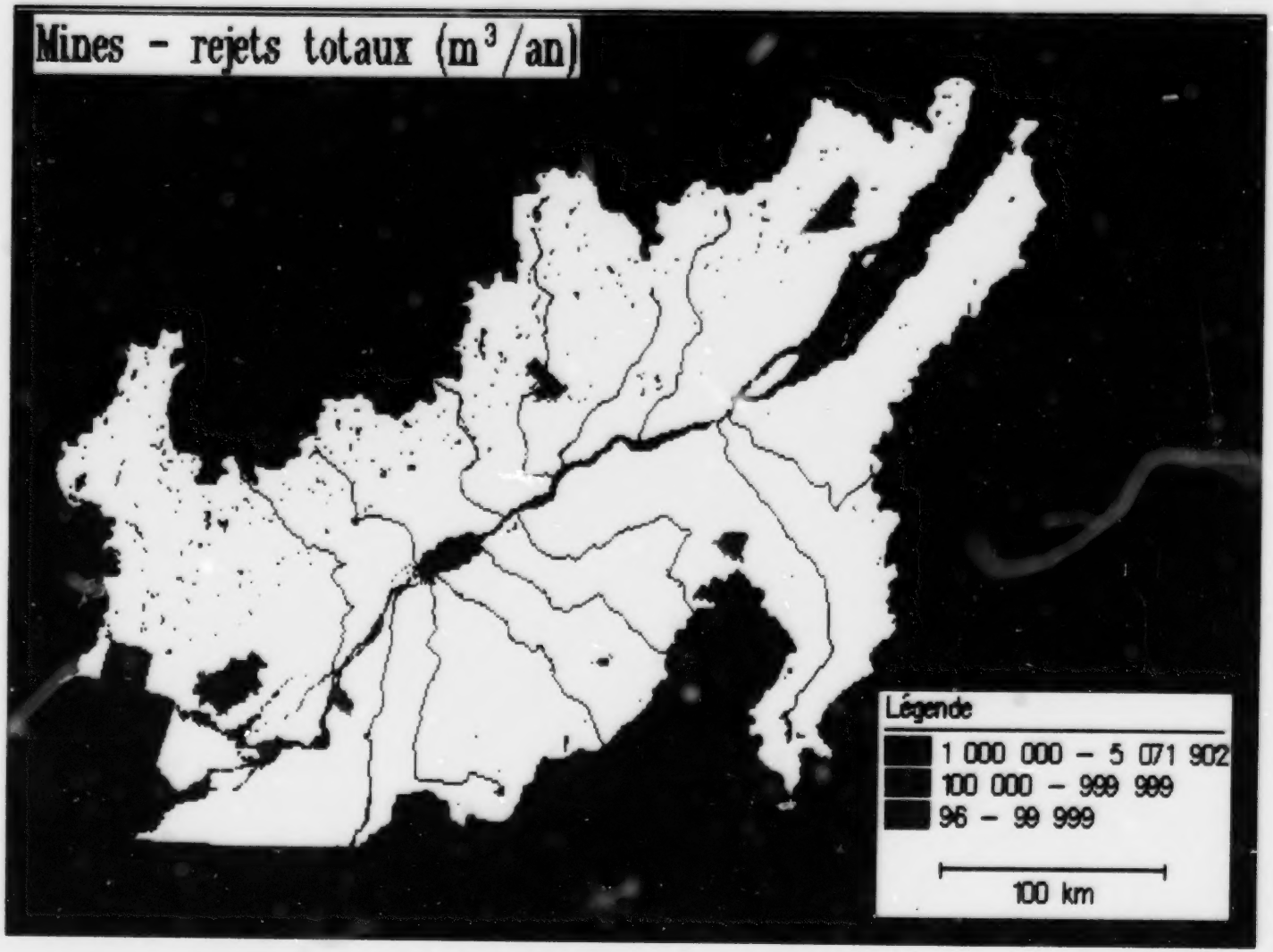
RÉSULTATS : Dans le cadre de la présente étude, la pollution occasionnée par ce type d'exploitation industrielle est négligeable. Les sites d'extraction sont peu nombreux et dans la majorité des cas, ils se localisent loin du fleuve et de ses tributaires.

On peut tout de même observer deux régions où les rejets provenant de l'industrie minière sont importants (1 000 000 m^3/an à 5 071 902 m^3/an). Il s'agit d'Asbestos et de Black Lake et Thetford-Mines. On retrouve des rejets de moindre importance dans les régions de Mirabel, de Gatineau/Hull, de Clermont et de Boucherville.

SOURCES : Environnement Canada et Statistique Canada. 1986.

---

* Gouvernement du Québec. 1988. Ministère de L'Environnement du Québec, "L'Environnement au Québec : un premier bilan (document technique)".


Mines - rejets totaux (m³/an)
Légende
1 000 000 – 5 071 902
100 000 – 999 999
96 – 99 999
100 km

PÂTES ET PAPIERS - REJETS TOTAUX (m^3/an)

A l'échelle régionale et provinciale, l'industrie des pâtes et papiers occupe une place prépondérante dans l'économie. Toutefois, même si les rejets polluants provenant de ce secteur industriel se sont beaucoup améliorés depuis les dernières années, ils constituent encore l'un des principaux facteurs de la pollution de l'eau. Les effluents des usines contiennent surtout de la matière organique (fibres de bois) et des produits toxiques comme des acides gras et résiniques et des composés phénoliques.

Dans l'environnement aquatique, ces substances provoquent une baisse de l'oxygène dans l'eau, ce qui entraîne la diminution des populations de poissons. En 1981 au Canada, environ 30 p. cent de l'évacuation totale de l'eau par les industries provenait du secteur manufacturier du papier et des produits connexes.*

MÉTHODE : Comme pour les cartes précédentes, les industries de pâtes et papiers sont localisées par subdivision de recensement. Les rejets totaux annuels de ses industries sont additionnés pour chaque subdivision de recensement et ensuite classifiés. Les trois classes sont déterminées par les quantiles.

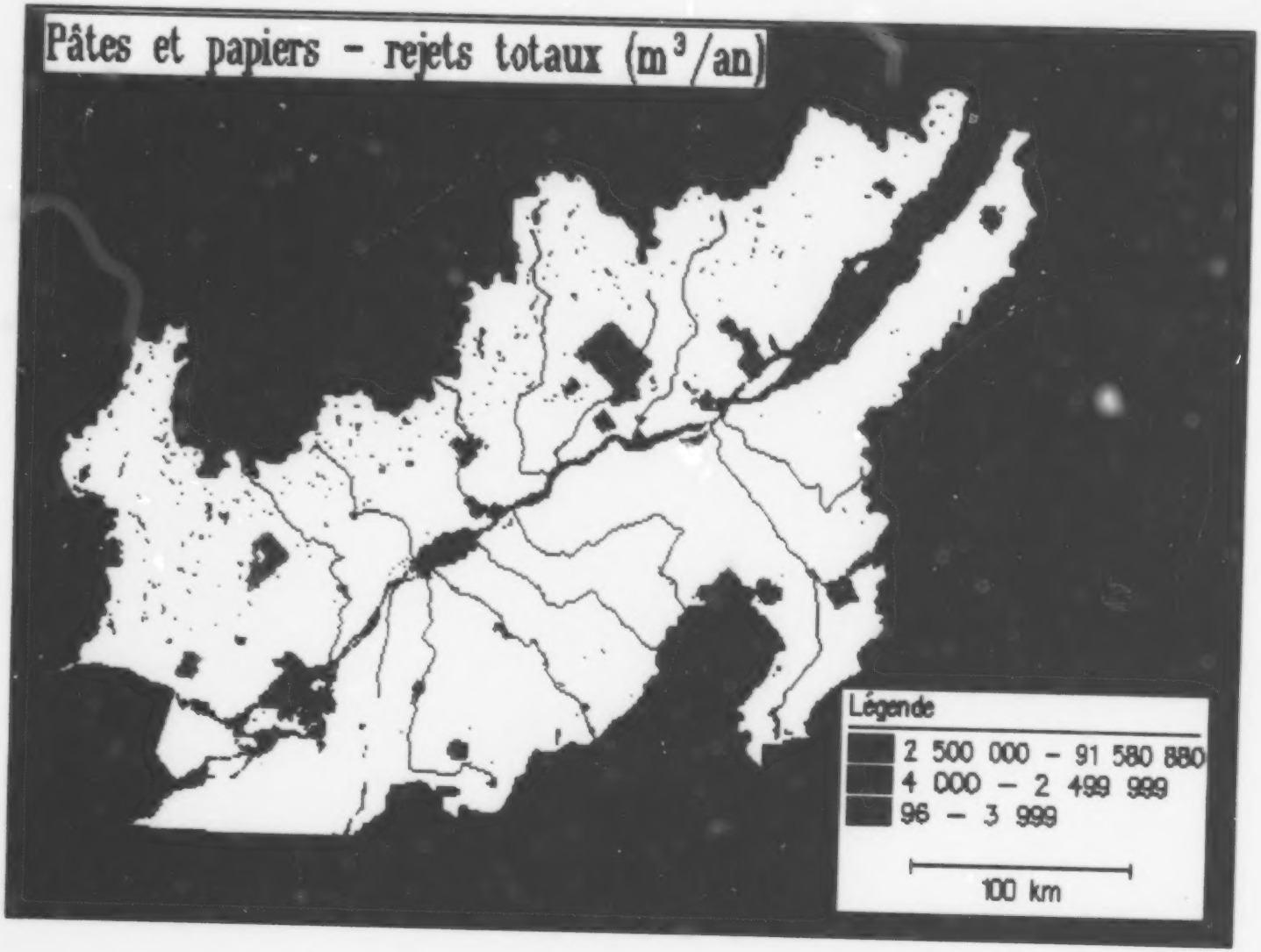
RÉSULTATS : Concernant l'industrie des pâtes et papiers, les rejets les plus abondants et les plus polluants se concentrent principalement dans les régions de Shawinigan et de Trois-Rivières et partiellement à Montréal et à Québec.

Des rejets de moindre importance sont identifiés à Laval, à Granby, à Saint-Hyacinthe et au Cap-de-la-Madeleine.

SOURCES : Environnement Canada et Statistique Canada. 1986.

---

* Environnement Canada. 1981. Direction générale des eaux intérieures, "Utilisation de l'eau dans les industries du Canada".


Pâtes et papiers - rejets totaux (m^3/an)
Légende
2 500 000 - 91 580 880
4 000 - 2 499 999
96 - 3 999
100 km

PRINCIPALES CHARGES DES REJETS RIVERAINS INDUSTRIELS

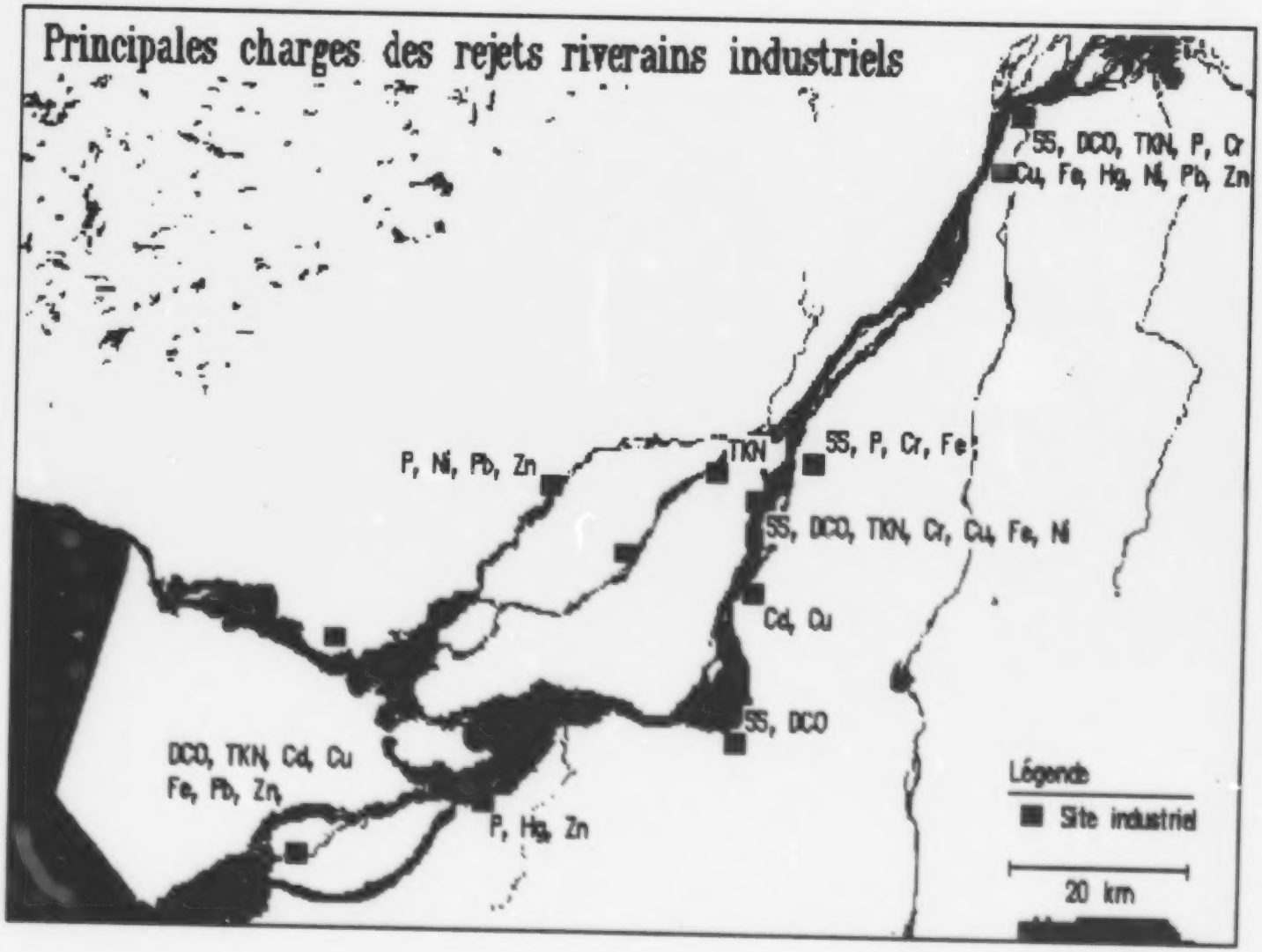
Afin de mieux mesurer l'impact produit par la pollution industrielle sur l'environnement aquatique, il est important de s'informer sur les types de rejets provenant des divers secteurs manufacturiers. Cette carte identifie les principaux sites industriels de la région de Montréal reconnus comme étant les plus polluants (1976-1977) ainsi que les différents types de polluants qu'ils rejettent.

Les charges des rejets contiennent principalement des métaux lourds comme le plomb, le mercure, le cadmium, le chrome, le cuivre, le fer, le zinc et le nickel. On rejette également du phosphore, de l'azote, des matières organiques et diverses particules en suspensions.

MÉTHODE : La banque de données utilisée nous renseigne sur les 11 principales composantes des rejets riverains industriels énumérées plus haut. Pour chacun des paramètres, on applique la méthode des quantiles (quantiles d'ordre 3) aux résultats provenant de l'analyse des échantillons relevés pour tous les sites industriels. De cette opération, on ne retient que le dernier quantile, ce qui représente les données les plus élevées de chaque paramètre. On est alors en mesure d'associer les données retenues et les sites industriels sur lesquels elles ont été prélevées.

RÉSULTATS : Chacun des sites identifiés sur cette carte rejette suffisamment de matières polluantes pour porter gravement atteinte à l'environnement. Toutefois, quatre d'entre eux sont particulièrement nuisibles, car ils émettent une plus grande charge de polluants. Il s'agit des sites localisés près de Sorel-Tracy, de Valleyfield, de Montréal-Est et de Varennes.

SOURCES : Environnement Canada et Service de protection de l'environnement du Québec. 1976-1977.


Principales charges des rejets riverains industriels
SS, DCO, TKN, P, Cr
Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn
P, Ni, Pb, Zn
TKN
SS, P, Cr, Fe
SS, DCO, TKN, Cr, Cu, Fe, Ni
Cd, Cu
SS, DCO
DCO, TKN, Cd, Cu
Fe, Pb, Zn
P, Hg, Zn
Légende
Site industriel
20 km

SITES DE DRAGAGE

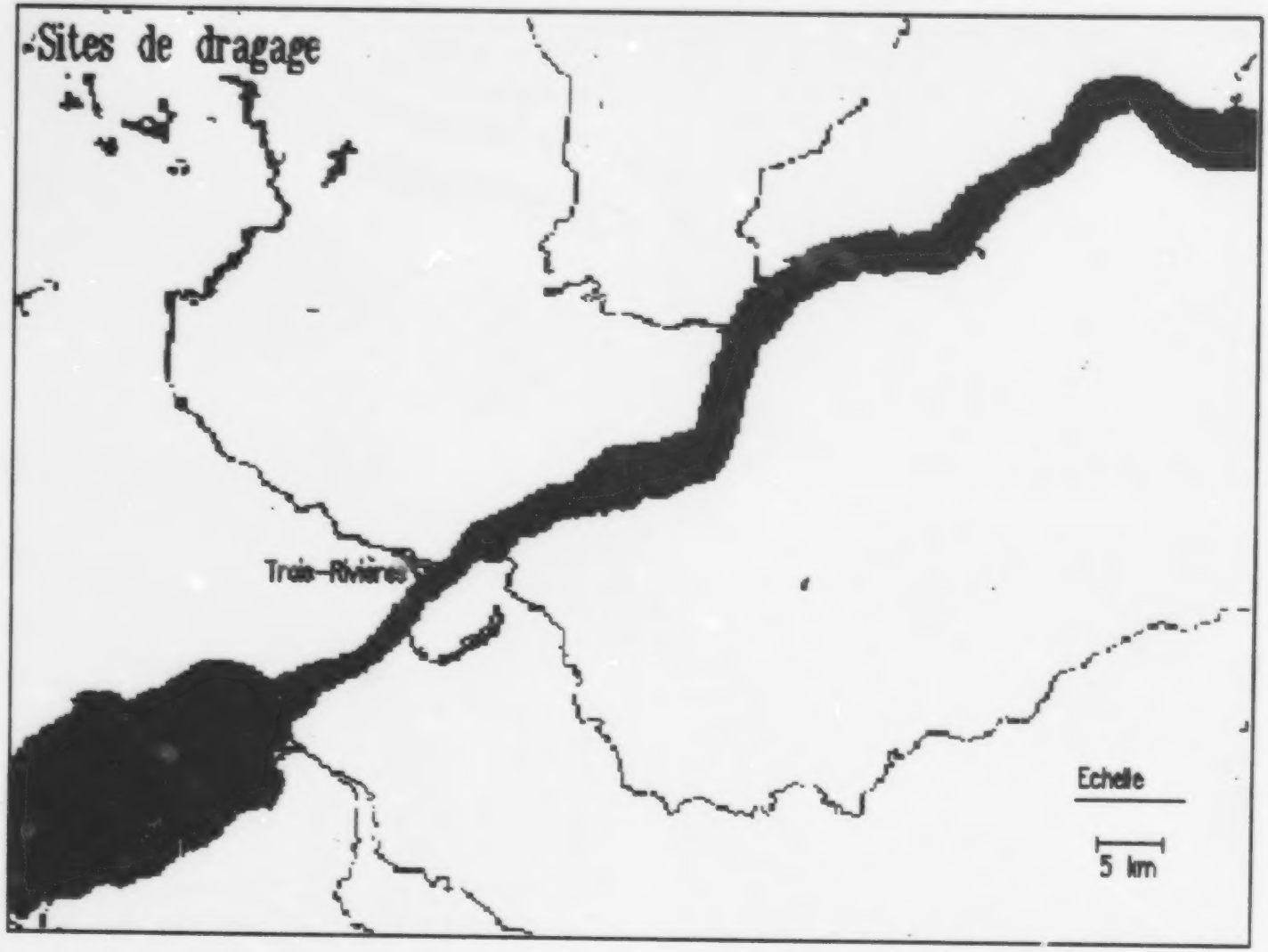
Le dragage consiste à l'extraction de dépôts meubles ou de sédiments. Afin de rendre praticable la Voie maritime du Saint-Laurent, on doit procéder au dragage de certains sites le long du fleuve. Bien qu'elle soit essentielle pour la navigation, cette pratique n'est pas sans danger pour l'environnement.

Les conséquences majeures découlant du dragage sont la remise en suspension des matières dangereuses comprises dans les sédiments, la turbidité, le transport des sédiments ainsi que la destruction et le déséquilibre d'habitats marins.

MÉTHODE : En se basant sur le rapport fourni par Environnement Canada sur les sites de dragage et l'analyse des sédiments de fond, on a localisé les principaux sites de dragage du Saint-Laurent.

RÉSULTATS : Les sites de dragage sont relativement peu nombreux à l'intérieur de notre région d'étude. On peut observer cinq sites : un à l'embouchure de la rivière Nicolet, un à l'embouchure de la rivière Bécancour, un près de Deschaillons-sur-Saint-Laurent, un autre à Portneuf et un dernier à Donnacona.

SOURCE : Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Section des technologies de restauration. 1988.


Sites de dragage
Trois-Rivières
Echelle
5 km

SITES DE DÉCHETS TOXIQUES POUVANT CONTAMINER LES EAUX DU FLEUVE

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, "les déchets dangereux sont des déchets dotés de caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques qui imposent des manipulations particulières et des procédés d'élimination de nature à éviter tout risque pour la santé et/ou tout effet nocif sur l'environnement".*

Le choix des sites d'entreposage de tels déchets est particulièrement difficile car, bien souvent, les risques de contamination sont élevés. Des fuites provenant de lieux d'entreposage de produits toxiques peuvent se produire et ainsi contaminer la nappe phréatique et les eaux de surface.

MÉTHODE : Une fenêtre sur les régions de Montréal et de Québec nous permet de mettre en évidence les nombreux sites de déchets de toxiques présents dans ces secteurs.

Ces sites proviennent du Gerled au ministère de l'Environnement du Québec. Ils sont numérisés et importés sur la carte de base. La classification est la même que celle déterminée par le Gerled.

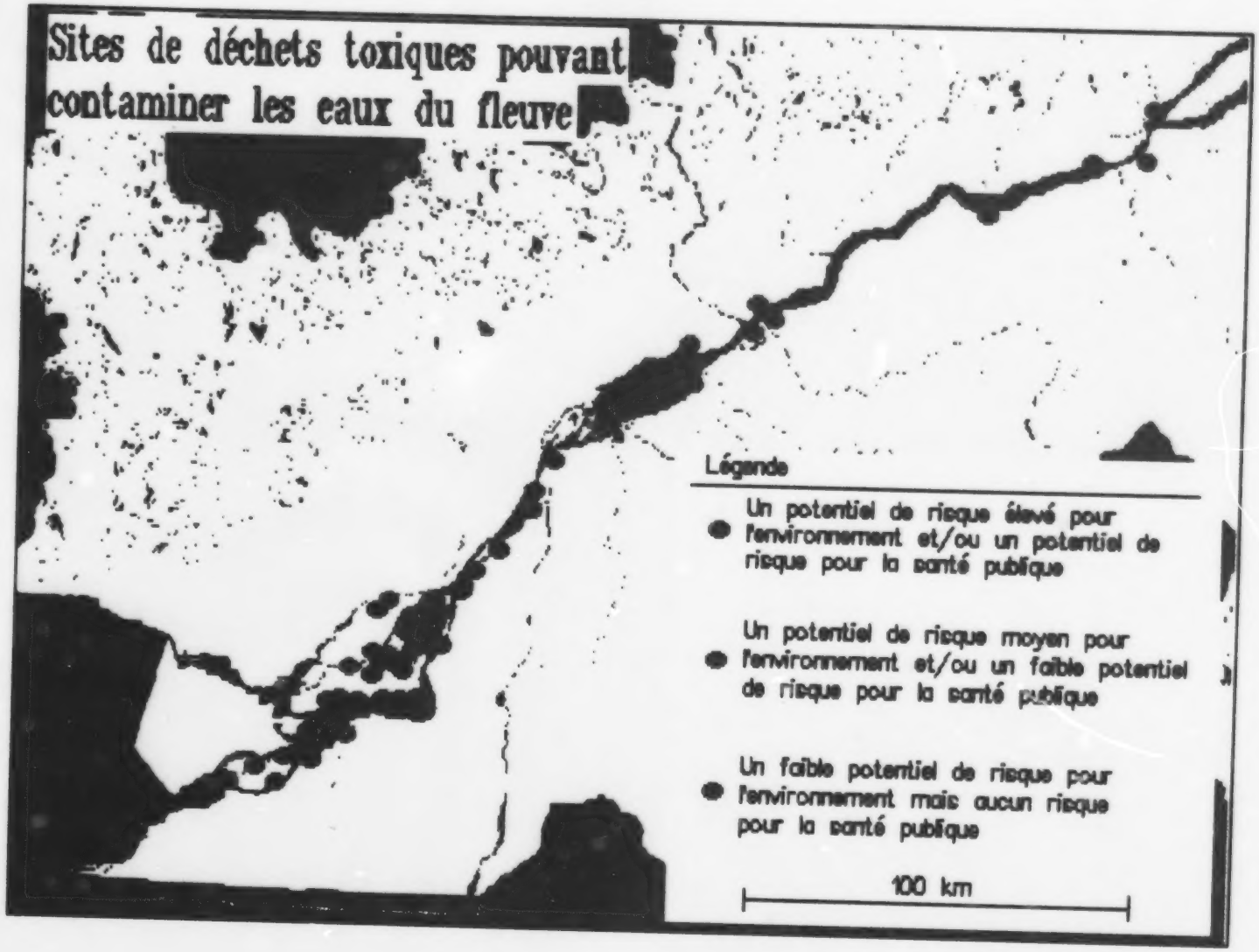
RÉSULTATS : Pour la région de Montréal, plusieurs de sites de déchets toxiques ont été identifiés. Certains d'entre eux ont un potentiel de risque élevé pour l'environnement et/ou un potentiel risque pour la santé publique; c'est le cas des sites situés à proximité de Salaberry-de-Valleyfield, de Beauharnois, de Lasalle et de Verchères.

Des sites ayant un potentiel de risque moyen pour l'environnement et/ou un potentiel de risque faible pour la santé publique (couleur orange) et ceux ayant un potentiel de risque faible pour l'environnement (couleur verte) sont également identifiés sur la carte. En règle générale, les sites potentiellement les plus dangereux se concentrent dans la région située entre Salaberry-de-Valleyfield et Sorel.

SOURCE : MENVIQ. 1988. Division d'intervention d'urgence, Carte sur les déchets toxiques du Gerled.

---

* Programme des Nations Unies pour l'Environnement, "L'État de l'environnement mondial : 1987", p.60.


Sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve
Légende
Un potentiel de risque élevé pour l'environnement et/ou un potentiel de risque pour la santé publique
Un potentiel de risque moyen pour l'environnement et/ou un faible potentiel de risque pour la santé publique
Un faible potentiel de risque pour l'environnement mais aucun risque pour la santé publique
100 km

EMPLACEMENTS DES PORTS NATIONAUX

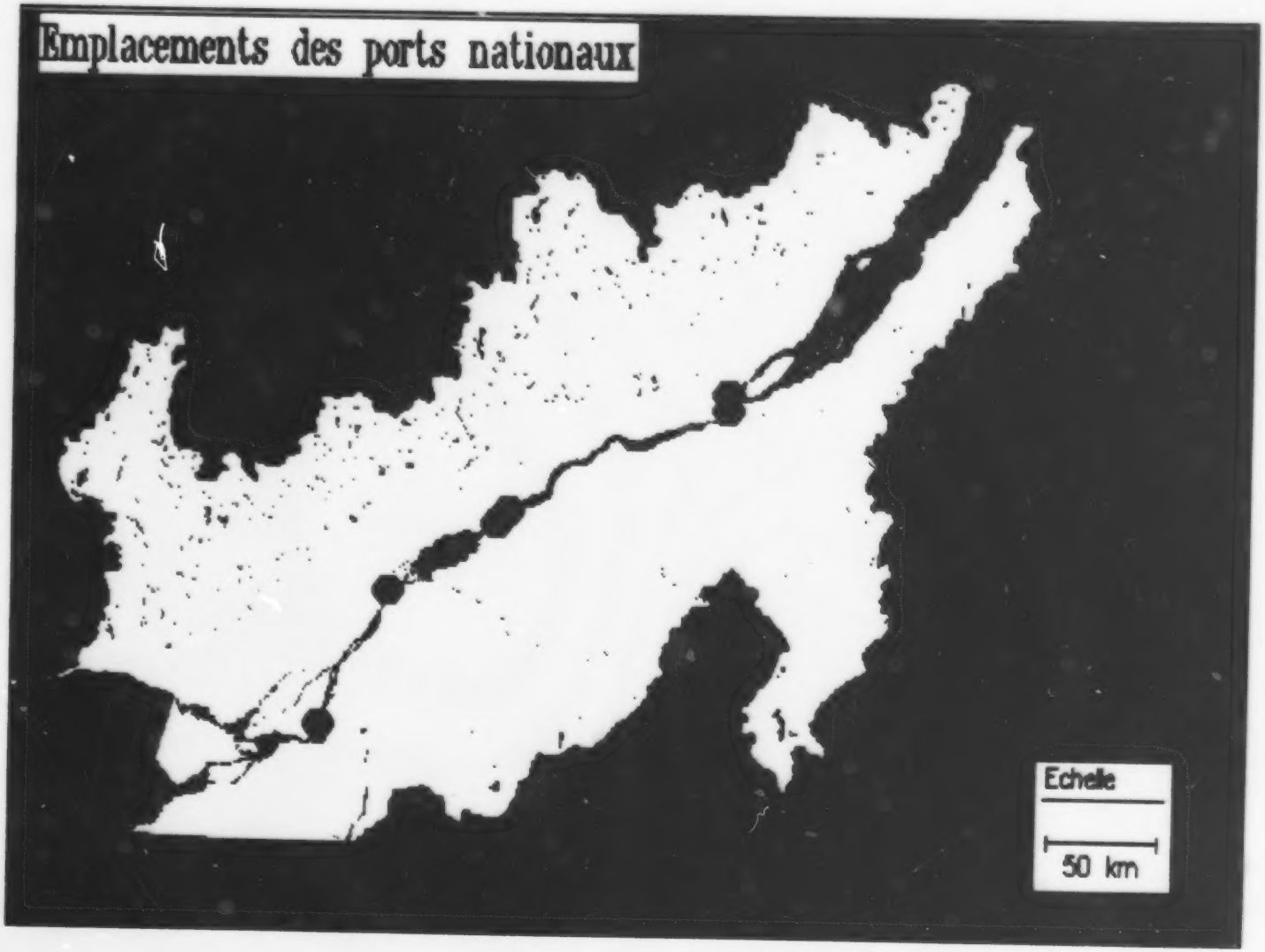
Le fleuve Saint-Laurent constitue encore aujourd'hui, une des principales porte d'entrée et de sortie pour les marchandises. Accessible à l'année longue, la Voie maritime du Saint-Laurent est vitale pour l'exportation et l'importation des produits commerciaux et manufacturiers.

Même si les accidents maritimes sont relativement peu fréquents, la possibilité d'un déversement de matières dangereuses ou nuisibles pour l'environnement est présente le long du fleuve. Il est difficile d'envisager les répercutions qu'auraient une catastrophe écologique sur l'environnement du Saint-Laurent d'un accident comme celui de l'Exxon Valdez.

MÉTHODE : On a déterminé la localisation des ports nationaux en numérisant ceux-ci à partir des cartes de données socio-écologiques provenant de la division d'intervention d'urgence du ministère de l'Environnement du Québec.

RÉSULTATS : On a identifié sur cette carte six ports nationaux se situant le long du Saint-laurent, à l'intérieur de la région à l'étude. On en retrouve un à Montréal, un à Sorel, deux dans la région de Trois-Rivières/Bécancour et deux dans la région de Québec/Lévis.

SOURCE : MENVIQ. 1986-1987. Cartes socio-écologiques.


Emplacements des ports nationaux
Echelle
50 km

INDEX DES STRESS POTENTIELS URBAINS

Par définition, un index est le résultat d'une superposition de deux ou plusieurs cartes. Dans ce cas, les indicateurs ont tous le même poids et sont employés dans le but de déterminer la concentration des stress potentiels urbains.

Les indicateurs combinés afin d'obtenir un index des potentiels de stress urbains sont le total des rejets industriels, le total des rejets industriels riverains, le volume d'eaux usées rejetées par les SDR, les sites de déchets toxiques et les ports nationaux.

MÉTHODE : Pour obtenir cette carte index, on a procédé à la superposition des cinq cartes mentionnées ci-haut. A chacune d'entre elles, on a attribué des valeurs numériques allant de 1 à 5, tout dépendant du nombre de classes qu'elles possèdent ou du phénomène qu'elles indiquent.

Lors de l'intégration des cartes, les valeurs numériques attribuées à chaque zone sont additionnées. On retient les résultats obtenus et on applique les quantiles d'ordre trois. Les valeurs numériques des zones se retrouvant dans le premier quantile indiquent des potentiels de stress urbain modérément élevé (couleur jaune). Les zones du second quantile illustrent des potentiels de stress élevé (couleur orange). Finalement, les valeurs numériques additonnées qui se retrouvent dans le dernier quantile représentent les zones de stress potentiel urbain très élevé (couleur rouge).

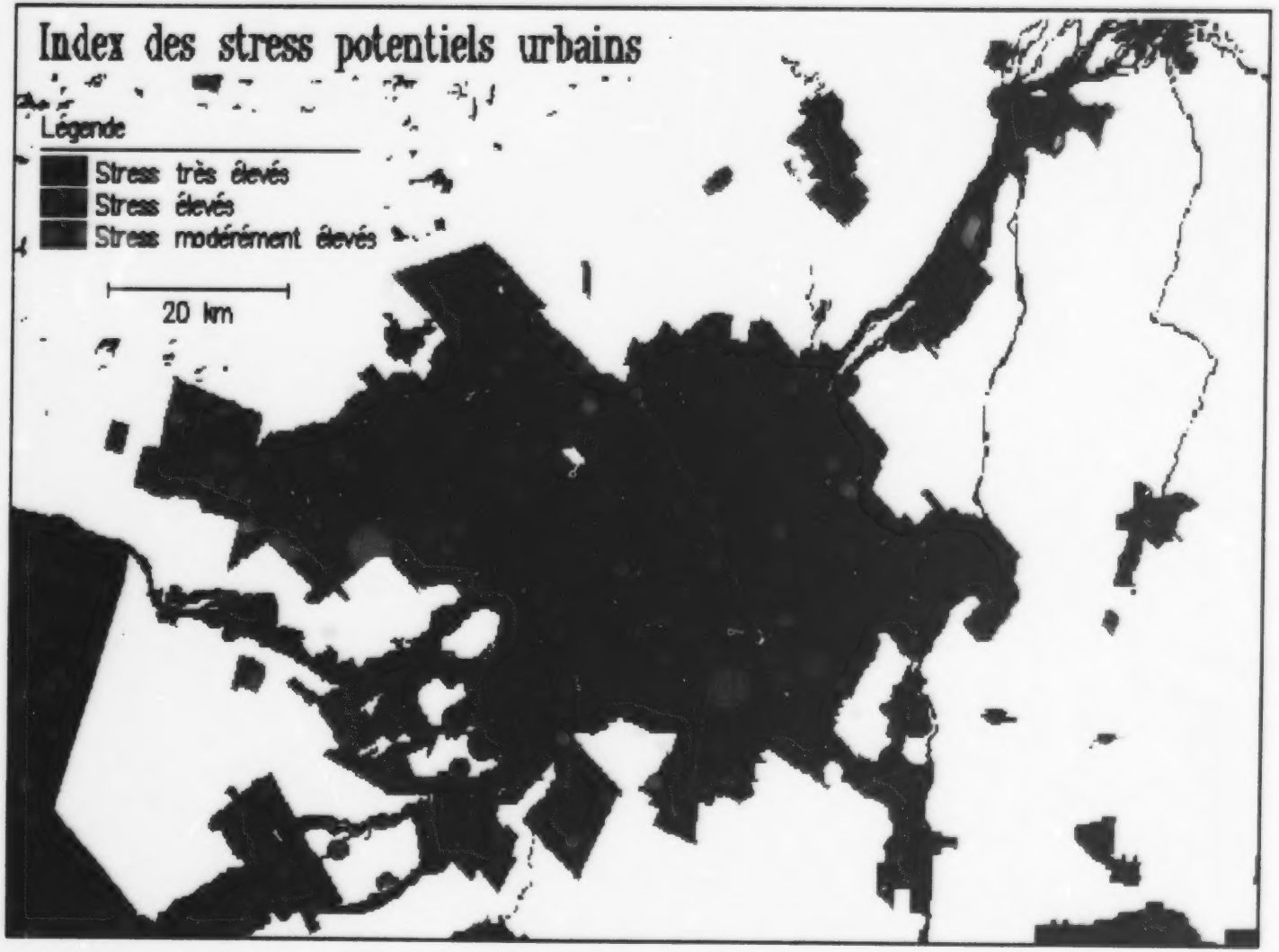
En définitive, les zones de stress potentiel très élevé représentent la plus forte concentration de stress potentiel urbain.

RÉSULTATS : Concernant les endroits où le stress urbain est très élevé, on peut observer que les régions de Montréal, de Pointe-aux-Trembles, de Varennes, de Sorel/Tracy, de Beauharnois, de Lasalle et de Salaberry-de-Valleyfield sont les plus touchées.

L'île Bizard, une grande partie de l'île de Montréal et la région allant de Longueuil à Verchères présentent des types de stress urbain potentiel élevé.

SOURCES : Cartes :

- Industries - rejets totaux (m^3/an);
- Principales charges de rejets riverains industriels;
- Volume quotidien d'eaux usées rejetées par les SDR (m^3);
- Sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve;
- Ports nationaux.


Index des stress potentiels urbains
Légende
Stress très élevés
Stress élevés
Stress modérément élevés
20 km

3.3 État de l'environnement (effets et ressources naturelles)

LES 77 STATIONS DE QUALITÉ DE L'EAU (NAQUADAT)

Afin de détecter les variations de la qualité de l'eau dans les différents bassins hydrographiques du pays, Environnement Canada a mis sur pied un programme de contrôle de la qualité des eaux. Des stations d'échantillonnage sont identifiées et "on procède habituellement à des prélèvements mensuels et les analyses portent sur un large éventail de paramètres chimiques, physiques et biologiques. Les résultats des variations sont versés dans la banque nationale de données sur la qualité des eaux (NAQUADAT)".*

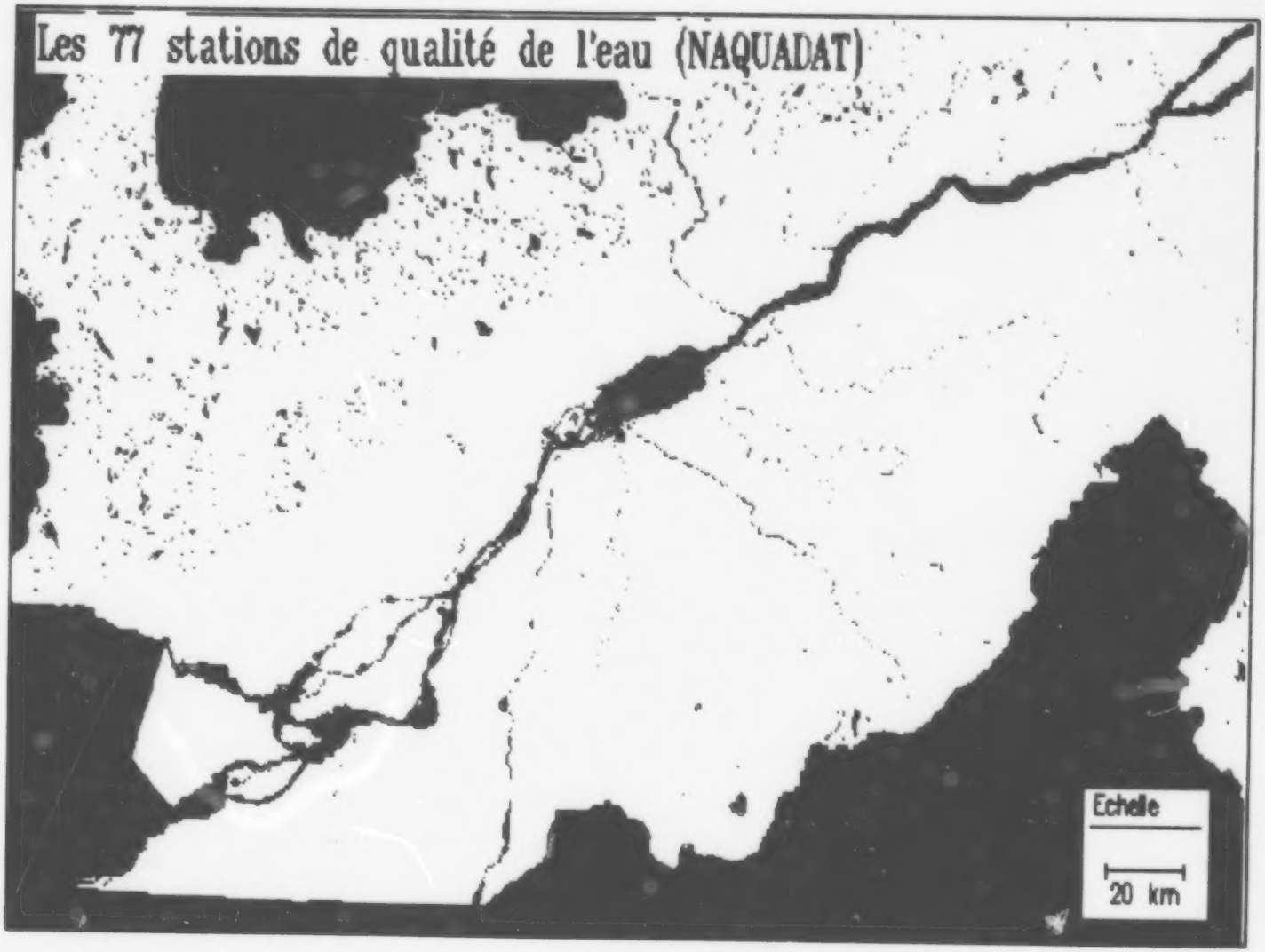
Cette carte présente les 77 stations de qualité de l'eau utilisées pour NAQUADAT (National water Quality Data). Elle sert principalement de référence pour les cartes qui suivent et illustrent les résultats de l'analyse de la qualité de l'eau selon plusieurs paramètres.

MÉTHODE : En utilisant les coordonnées numériques de chaque point, on a localisé les 77 stations de qualité de l'eau à l'intérieur du territoire étudié.

SOURCE : Environnement Canada, Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, base de données NAQUADAT, 1983-1984.

---

* Environnement Canada. 1986. Rapport sur l'état de l'environnement au CANADA.


Les 77 stations de qualité de l'eau (NAQUADAT)
Echelle
20 km

ASPECT DÉGRADATION VISUELLE DE LA QUALITÉ DE L'EAU (COULEUR, TURBIDITÉ, RÉSIDUS NON-FILTRÉS)

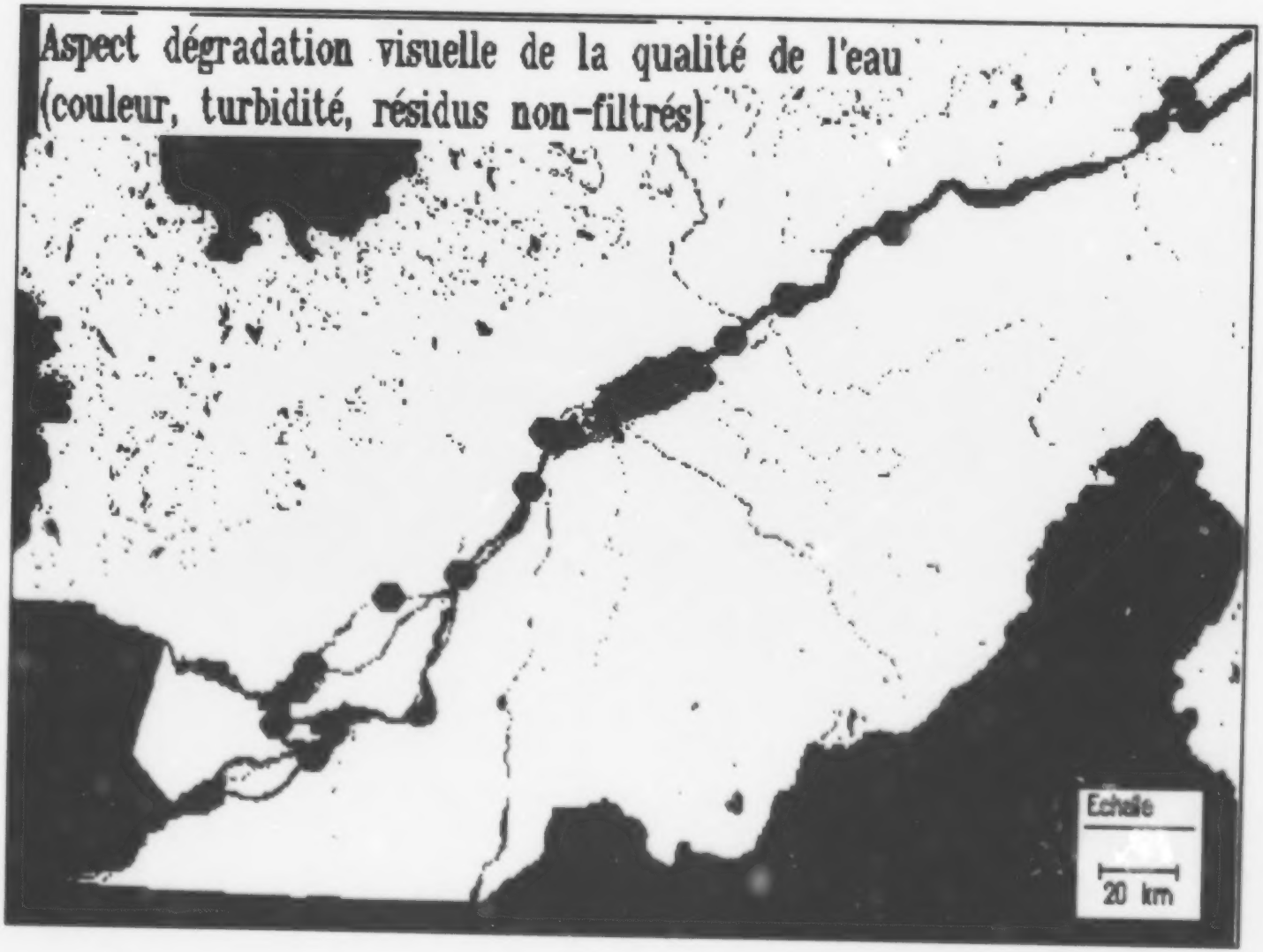
Les cartes de cette partie de chapitre illustrent les résultats concernant la qualité de l'eau du fleuve obtenue par l'analyse des échantillons prélevés sur 77 stations échelonnées de Cornwall à l'île d'Orléans. La banque de données de NAQUADAT nous informe sur vingt-deux paramètres indicateurs de la qualité de l'eau dont la couleur de l'eau, la turbidité et les résidus non filtrés. Ces paramètres sont relevés lors de l'analyse des échantillons recueillis à chacune des 77 stations et servent d'indicateurs de la qualité physique de l'eau. Cette carte affiche les stations de qualité d'eau qui sont affectées par de mauvaises qualités physiques.

MÉTHODE : La première étape à effectuer pour obtenir cette carte est d'appliquer les quantiles d'ordre trois aux résultats de l'analyse de l'échantillonnage pour les paramètres énumérés ci-haut.

De cette opération, on ne retient que le dernier quantile qui détermine le groupe de résultats le plus élevé pour les trois paramètres. on pondère et on additionne les résultats de ce dernier quantile pour n'obtenir qu'une seule catégorie soit l'aspect dégradation visuelle de la qualité de l'eau. on applique la méthode des quantiles une dernière fois et on localise sur la carte les stations se retrouvant dans le dernier quantile.

RÉSULTATS : En ce qui a trait à la dégradation visuelle de l'eau, les stations de qualité de l'eau les plus touchées semble être celles qui sont adjacentes aux centres urbains tels Sorel-Tracy, Trois-Rivières, Laval, Québec et Beauharnois.

SOURCE : Environnement Canada. 1983-1984. Direction générales des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, base de données NAQUADAT.


Aspect dégradation visuelle de la qualité de l'eau
(couleur, turbidité, résidus non-filtrés)
Echelle
20 km

CONCENTRATION ÉLEVÉE DES NUTRIMENTS - STATION DE QUALITÉ DE L'EAU

L'enrichissement de l'eau en nutriments peut provenir de différentes sources. Par exemples, le ruissellement provoqué par l'eau de pluie draine le surplus de fertilisants et les déjections animales vers les cours d'eau. On retrouve également des nutriments dans les eaux usées des municipalités et dans certains effluents provenant d'usines agro-alimentaires ou de pâtes et papiers.

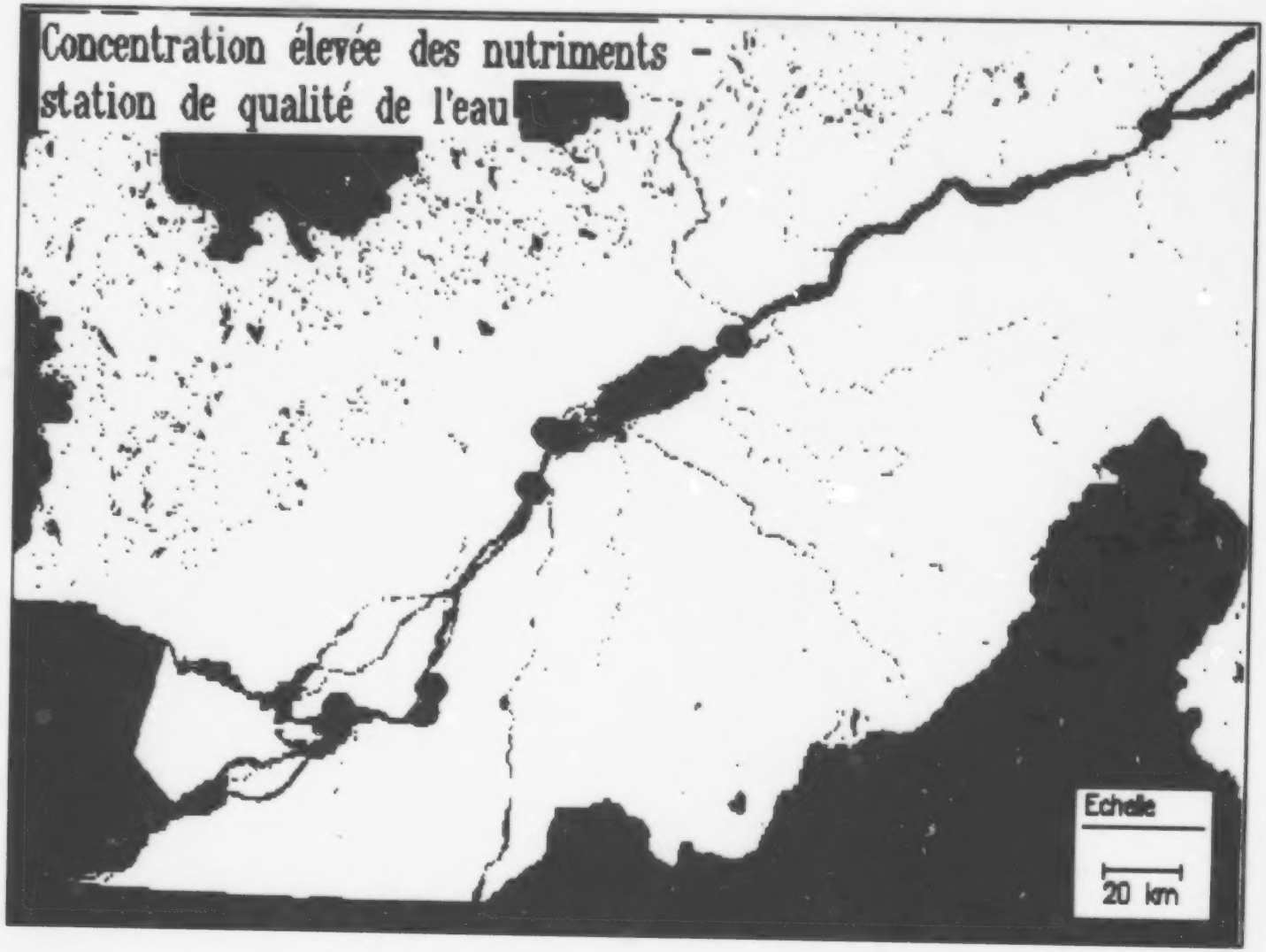
Une concentration élevée de nutriments favorise entre autres, la prolifération d'algues et de plantes aquatiques, ce qui porte atteinte à l'équilibre écologique. Les paramètres suivants indiquent la présence de nutriments : carbone organique total (COT), azote total kjeldhl (TKN), nitrite nitrate (NO_2-NO_3) et phosphore total.

Cette carte montre les stations de qualité de l'eau provenant de NAQUADAT qui présentent des valeurs les plus élevées de nutriments.

MÉTHODE : Le procédé utilisé pour obtenir cette carte est le même que pour la carte précédente. On applique les quantiles d'ordre trois aux résultats de l'analyse pour tous les paramètres indicateurs de la présence de nutriments. On ne retient que le dernier quantile qui retient les valeurs les plus élevées des paramètres combinés. Les résultats de cette nouvelle variable composite sont pondérés et additionnés afin d'appliquer les quantiles d'ordre trois. En retenant le dernier quantile, on est alors en mesure de localiser les stations de qualité de l'eau ayant les concentrations les plus élevées pour les nutriments.

RÉSULTATS : On retrouve des concentrations élevées de nutriments, principalement aux stations de qualité d'eau à proximité de Montréal, de Sorel-Tracy, à l'embouchure de la rivière Richelieu, dans les régions de Trois-Rivières et de Québec.

SOURCE : Environnement Canada. 1983-1984. Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, base de données NAQUADAT.


Concentration élevée des nutriments -
station de qualité de l'eau
Echelle
20 km

CONCENTRATION ÉLEVÉE D'HEXACHLOROCYCLOHEXANE (ALPHA + GAMMA) - STATION DE QUALITÉ DE L'EAU

L'usage des pesticides est devenu une pratique courante en agriculture. Le rôle principal des pesticides consiste en l'élimination d'insectes et de parasites nuisibles aux cultures afin d'accroître le rendement des terres agricoles.

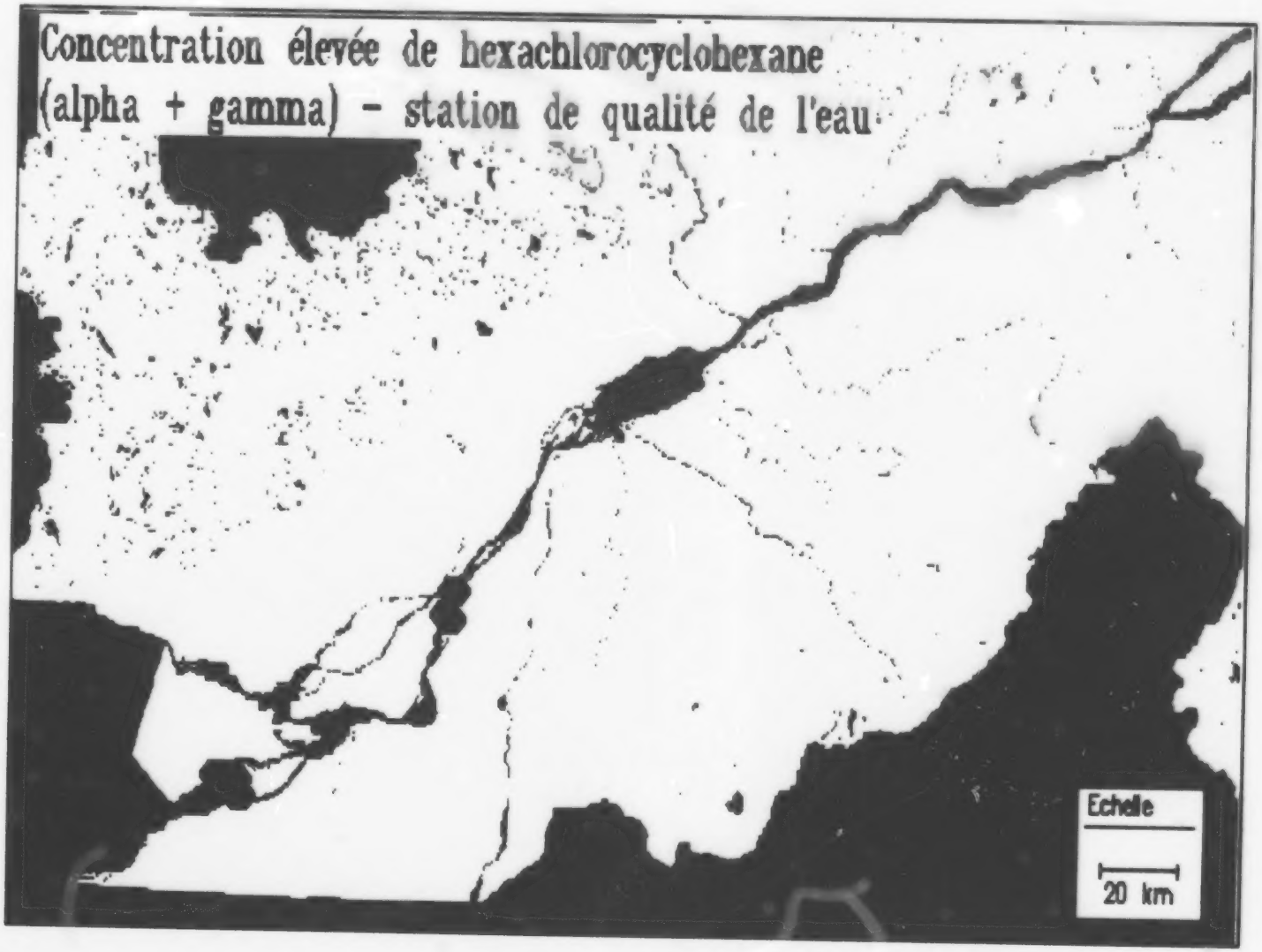
Pourtant, l'utilisation exagérée de ces produits contribue à la dégradation de l'environnement. Transportés dans les lacs et rivières par l'eau de ruissellement ou dans les eaux souterraines via les sols cultivés, les pesticides contaminent l'eau et la rendent impropre à la consommation.

L'hexachlorocyclohexane alpha et gamma et les lindanes gamma-BHC représentent deux catégories de pesticides et sont employés ici comme paramètres indicateurs de la présence de pesticides dans l'eau du fleuve.

MÉTHODE : Comme pour les cartes précédentes, on applique les quantiles pour les résultats de l'hexachlorocyclohexane (alpha + gamma). On ne retient que les stations dont les résultats sont contenus dans le dernier quantile qui les représente valeurs les plus élevées de ce paramètre.

RÉSULTATS : Les pesticides représentent une source diffuse de pollution. Ils se concentrent principalement dans les stations de la région de Cornwall, de Salaberry-de-Valleyfield et de Varennes.

SOURCE : Environnement Canada. 1983-1984. Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, base de données NAQUADAT.


Concentration élevée de hexachlorocyclohexane
(alpha + gamma) - station de qualité de l'eau
Echelle
20 km

CONCENTRATION ÉLEVÉE DE MÉTAUX LOURDS - STATION DE QUALITÉ DE L'EAU

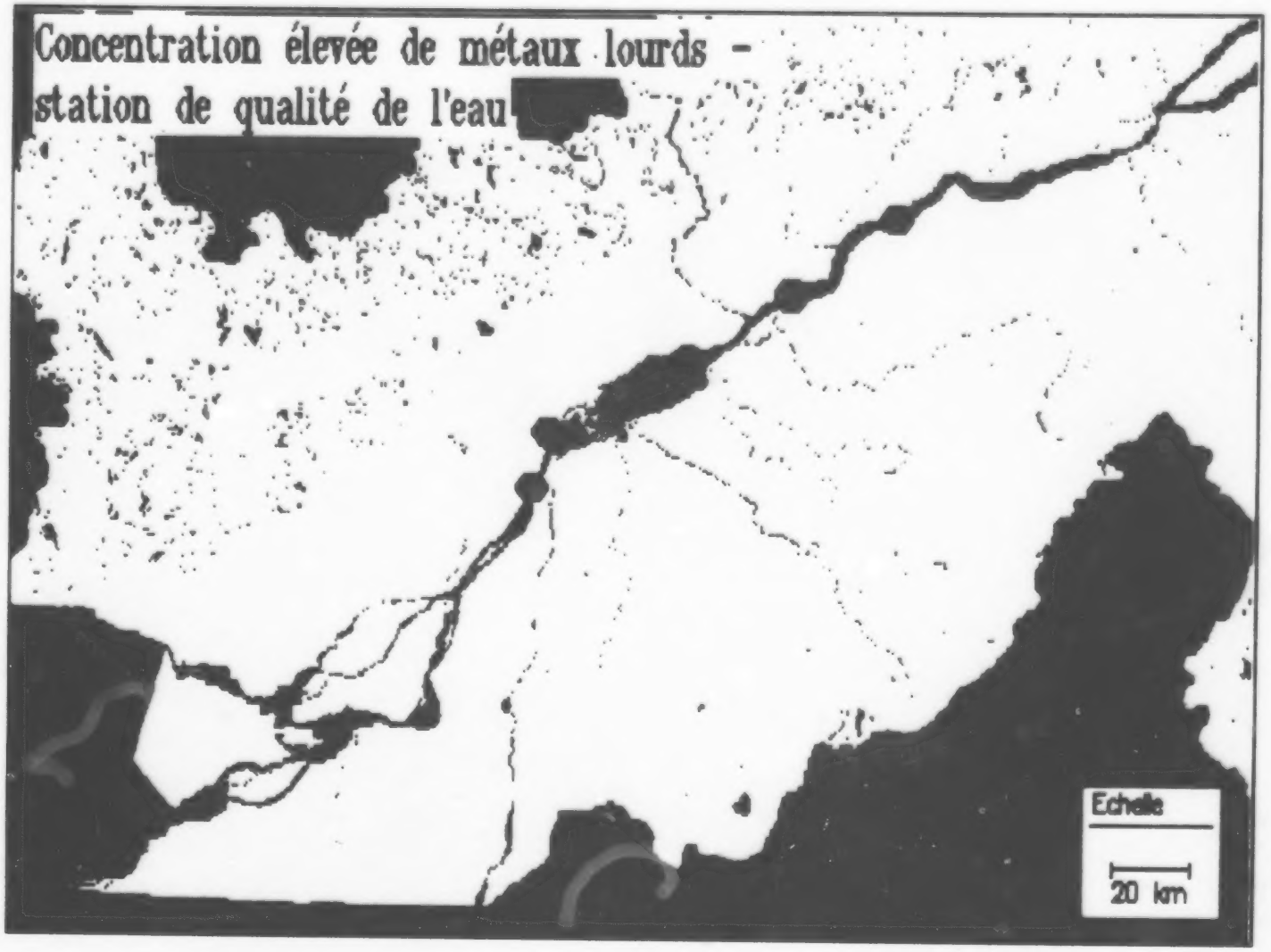
La pollution toxique par les métaux lourds est liée à la présence d'activités industrielles, minières et agricoles. La plupart des métaux lourds sont présents à l'état naturel dans l'environnement. Lorsqu'ils se retrouvent en forte concentration, ils deviennent toxiques et peuvent provoquer des effets néfastes sur les organismes vivants. Ils peuvent atteindre l'homme par la bio-accumulation le long de la chaîne alimentaire.

Les métaux qui ont servi de paramètres indicateurs de métaux lourds dans les eaux du fleuve sont le manganèse, le fer, le nickel, le cuivre, le zinc et le plomb.

MÉTHODE : Pour ce cas également, la méthode consiste à appliquer les quantiles d'ordre trois aux résultats concernant les métaux lourds présents dans l'analyse des échantillons des stations de qualité d'eau. Ces résultats combinés sont pondérés et additionnés pour chacune des stations. On applique les quantiles d'ordre trois et, en retenant les valeurs du dernier quantile, on peut localiser les stations de qualité d'eau ayant les concentrations les plus élevées pour les métaux lourds.

RÉSULTATS : Les stations dont on a détecté une concentration élevée de métaux lourds se retrouvent majoritairement dans les régions de Sorel-Tracy et de Trois-Rivières.

SOURCE : Environnement Canada. 1983-1984. Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, base de données NAQUADAT.


Concentration élevée de métaux lourds -
station de qualité de l'eau
Echelle
20 km

DÉTECTION DE BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (BPC) (1 LITRE) - STATION DE QUALITÉ DE L'EAU

Depuis l'incendie d'un entrepôt de BPC survenu à Saint-Basile-le-Grand en août 1988, la population du Québec est beaucoup plus consciente des problèmes que représentent ces produits pour l'environnement.

Les biphényles polychlorés sont des produits chimiques synthétiques dont les principaux éléments sont le chlore, le carbone et l'hydrogène. Ils sont nuisibles pour l'environnement parce que leur composition chimique rend les BPC très stables et peu volatils, d'où leur grande popularité pour le commerce et l'industrie. Plus denses et presque insolubles dans l'eau, les BPC coulent au fond de l'eau.

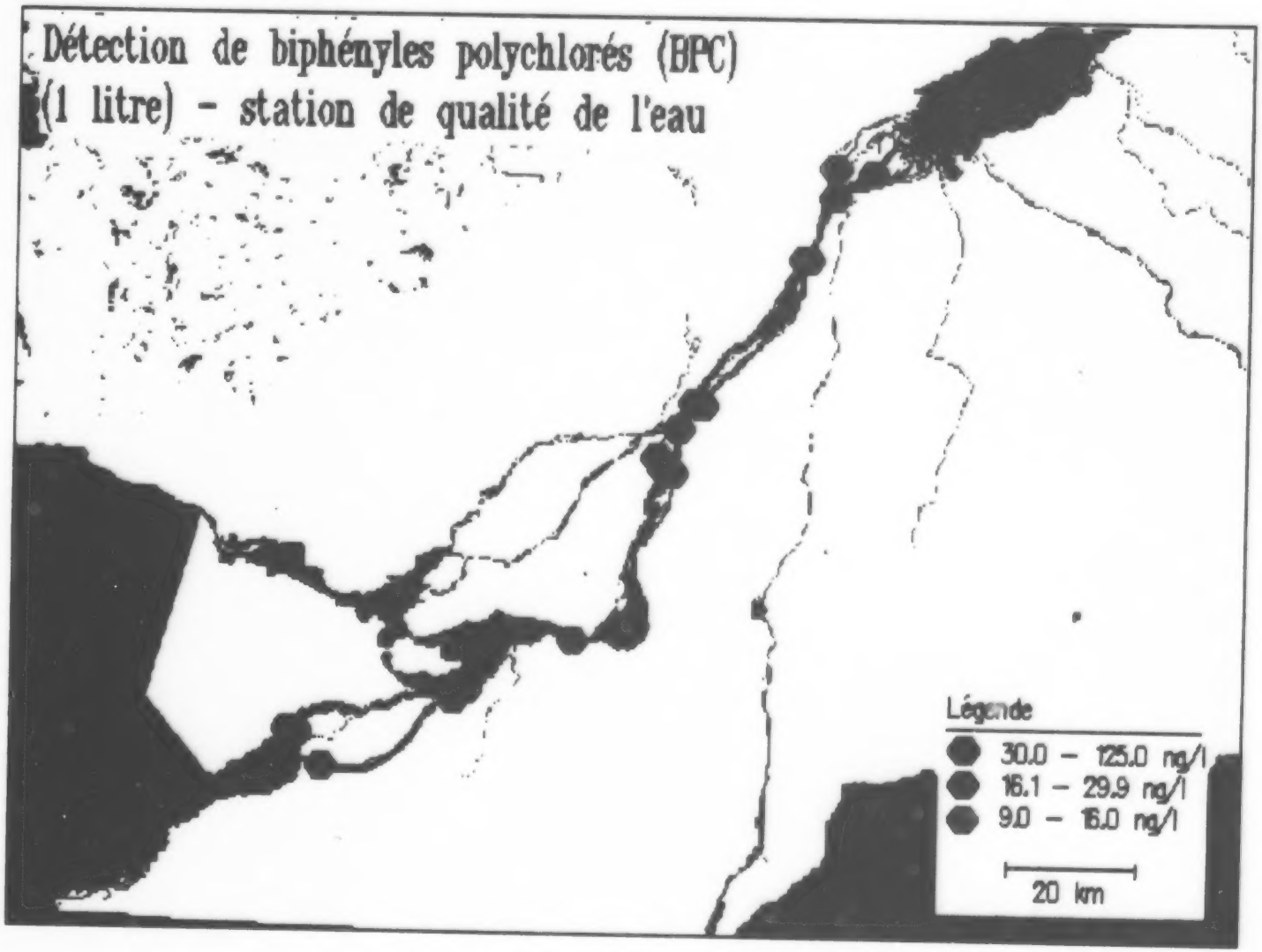
Les effets du BPC sur la santé sont peu connus. Ils peuvent toutefois atteindre l'homme par la bio-accumulation du produit le long de la chaîne alimentaire.

Cette carte illustre les stations de qualité d'eau où l'on a détecté la présence de BPC, ainsi que leur concentration en nano-gramme par litre.

MÉTHODE : Comparativement aux cartes précédentes, la source ne provient pas directement de NAQUADAT, mais plutôt d'une étude spécialement effectuée pour détecter les BPC dont la technique d'échantillonnage est d'un litre. Le réseau d'échantillonnages était tout de même établi sur les stations de NAQUADAT. Les résultats sont classifiés et les valeurs sont déterminées par les quantiles d'ordre trois.

RÉSULTATS : Les valeurs les plus élevées de BPC se retrouvent principalement aux stations de Cornwall, Sorel et dans la région de Varennes et sont de l'ordre de 30.0 ng/l à 125,0 ng/l.

SOURCE : Environnement Canada. 1987. Direction des eaux intérieures et des terres, "Présence de PBC dans les eaux du fleuve Saint-Laurent".


Détection de biphényles polychlorés (BPC)
(1 litre) - station de qualité de l'eau
Légende
30.0 – 125.0 ng/l
16.1 – 29.9 ng/l
9.0 – 16.0 ng/l
20 km

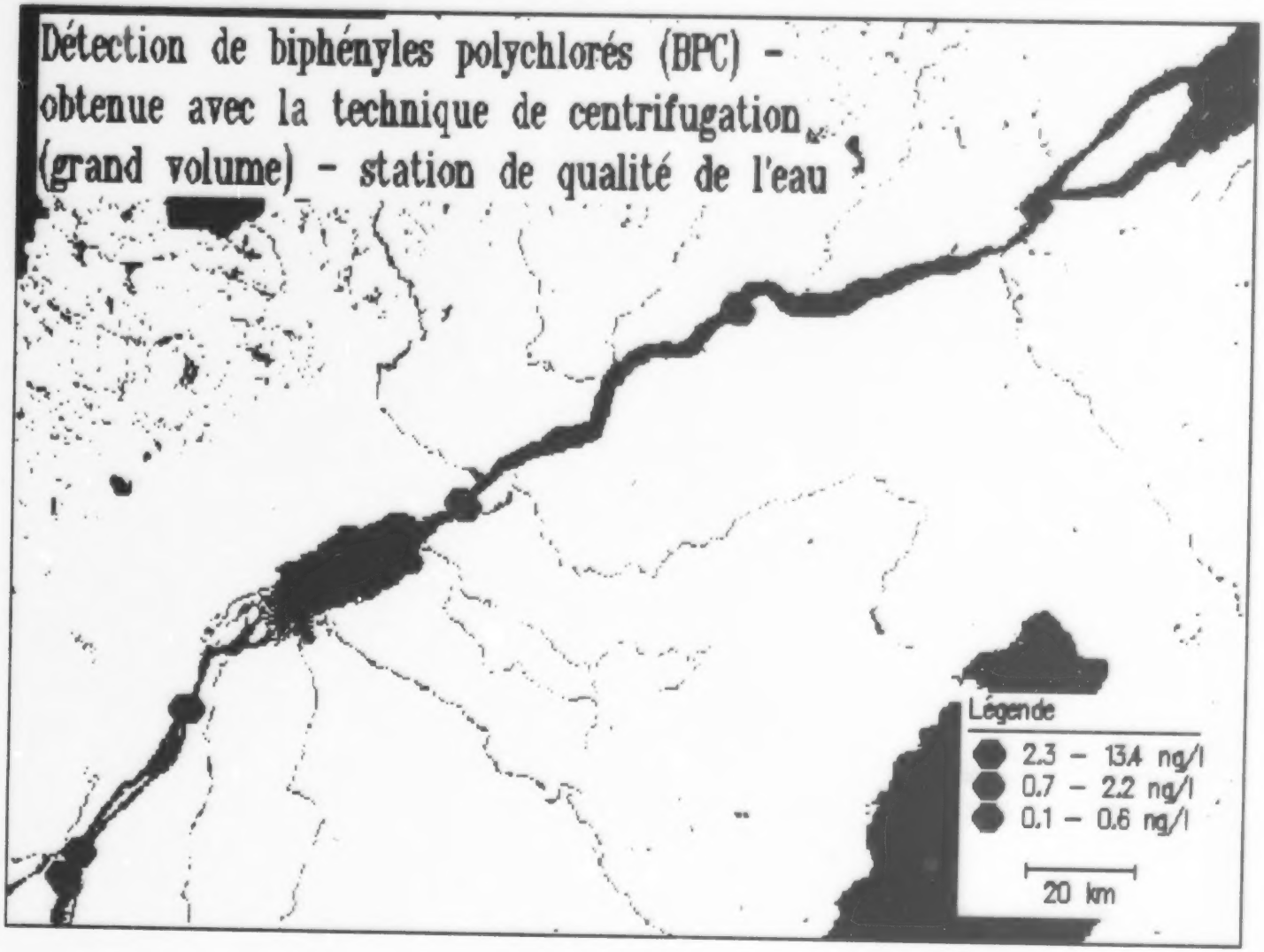
DÉTECTION DE BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (BPC) OBTENUE AVEC LA TECHNIQUE DE LA CENTRIFUGATION (GRAND VOLUME)

Cette carte est directement reliée à la précédente étant donnée qu'elle illustre également la détection de BPC par station de qualité d'eau. Toutefois, dans ce cas, la prise des échantillons a été effectuée par la technique de centrifugation.

MÉTHODE : Tout comme pour la carte précédente, les données sont extraites du rapport traitant de la présence de BPC dans les eaux du Saint-Laurent. Celles-ci sont classifiées en trois catégories par la méthode des quantiles. Une fenêtre est établie pour les stations de la région du lac Saint-Pierre.

RÉSULTATS : On peut observer trois zones où on a détecté de fortes concentrations de BPC (de 2,3 ng/l à 13,4 ng/l). Il s'agit des stations localisées à Varennes, près de Tracy, et à la pointe de l'île d'Orléans.

SOURCE : Environnement Canada. 1987. Direction des eaux intérieures et des terres, "Présence de BPC dans les eaux du fleuve Saint-Laurent".


Détection de biphényles polychlorés (BPC) - obtenue avec la technique de centrifugation (grand volume) - station de qualité de l'eau
Légende
2.3 – 13.4 ng/l
0.7 – 2.2 ng/l
0.1 – 0.6 ng/l
20 km

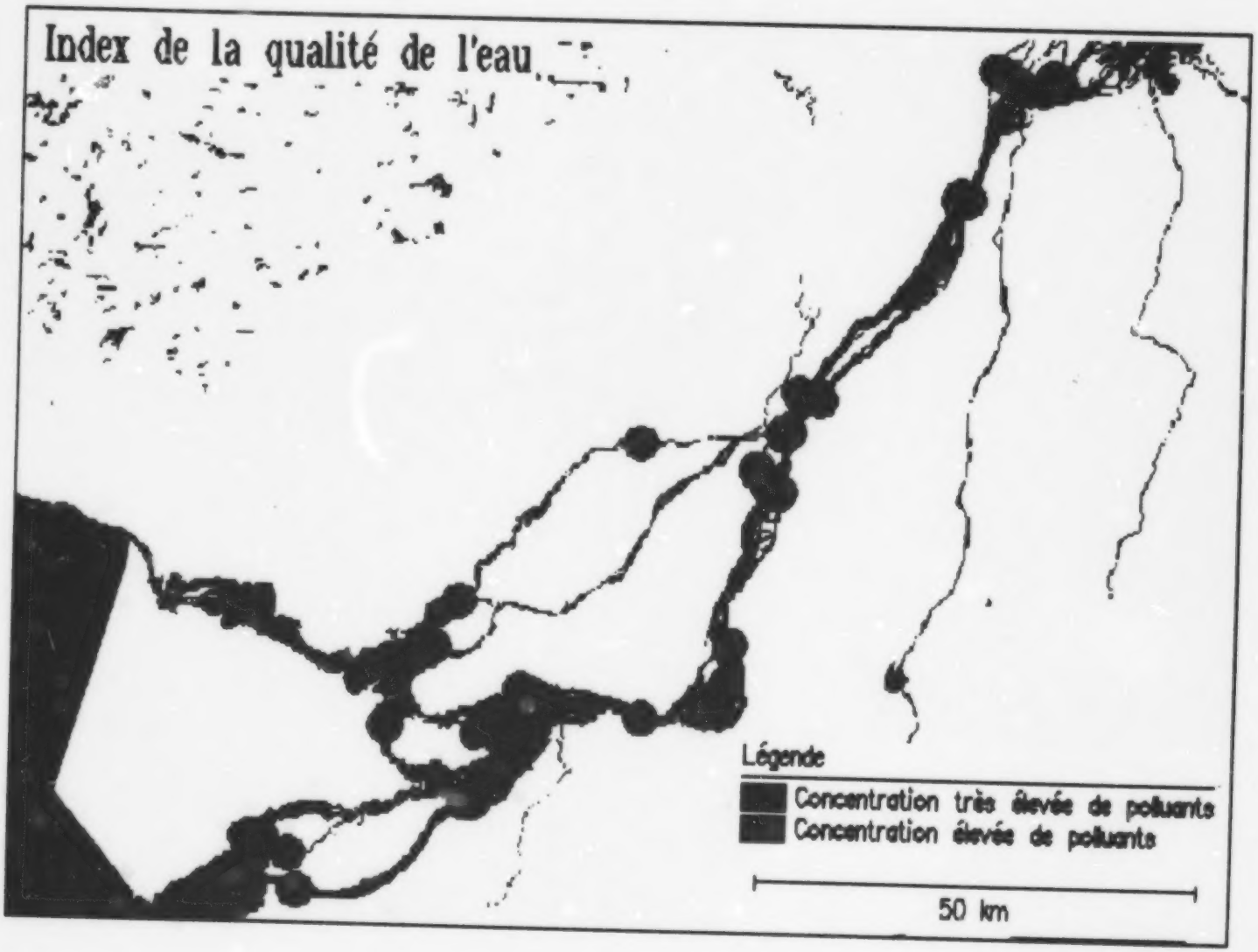
INDEX DE LA QUALITÉ DE L'EAU

L'index de la qualité de l'eau présente les stations de qualité d'eau où la concentration des polluants est la plus élevée. Les paramètres servant d'indicateurs de pollution sont les nutriments, les hexachlorocyclohexanes, les métaux lourds, les BPC et la dégradation visuelle de la qualité de l'eau.

MÉTHODE : Comme pour les index précédents, chacune des variables est pondérée, de sorte que, lors de l'intégration de toutes les cartes de qualité de l'eau, les valeurs sont additionnées. Les stations de qualité de l'eau qui ressortent plus d'une fois et qui, par le fait même, indiquent une plus grande concentration de polluants, correspondent aux zones rouges.

RÉSULTATS : Les stations de qualité d'eau affichant une concentration très élevée de polluants se retrouvent principalement dans les régions de Salaberry-de-Valleyfield, de Beauharnois, de Varennes, de Repentigny et de Sorel.

SOURCES : Cartes :
- Aspect dégradation visuelle de la qualité de l'eau;
- Concentration élevée des nutriments;
- Concentration élevée de hexachlorocyclohexane;
- Concentration élevée de métaux lourds;
- Détection de biphényles polychlorés (BPC);
- Détection de biphényles polychlorés (BPC) obtenue avec la technique de centrifugation.


Index de la qualité de l'eau
Légende
Concentration très élevée de polluants
Concentration élevée de polluants
50 km

VALEUR ANORMALEMENT ÉLEVÉES EN MERCURE ET EN PLOMB DES SÉDIMENTS DE FOND

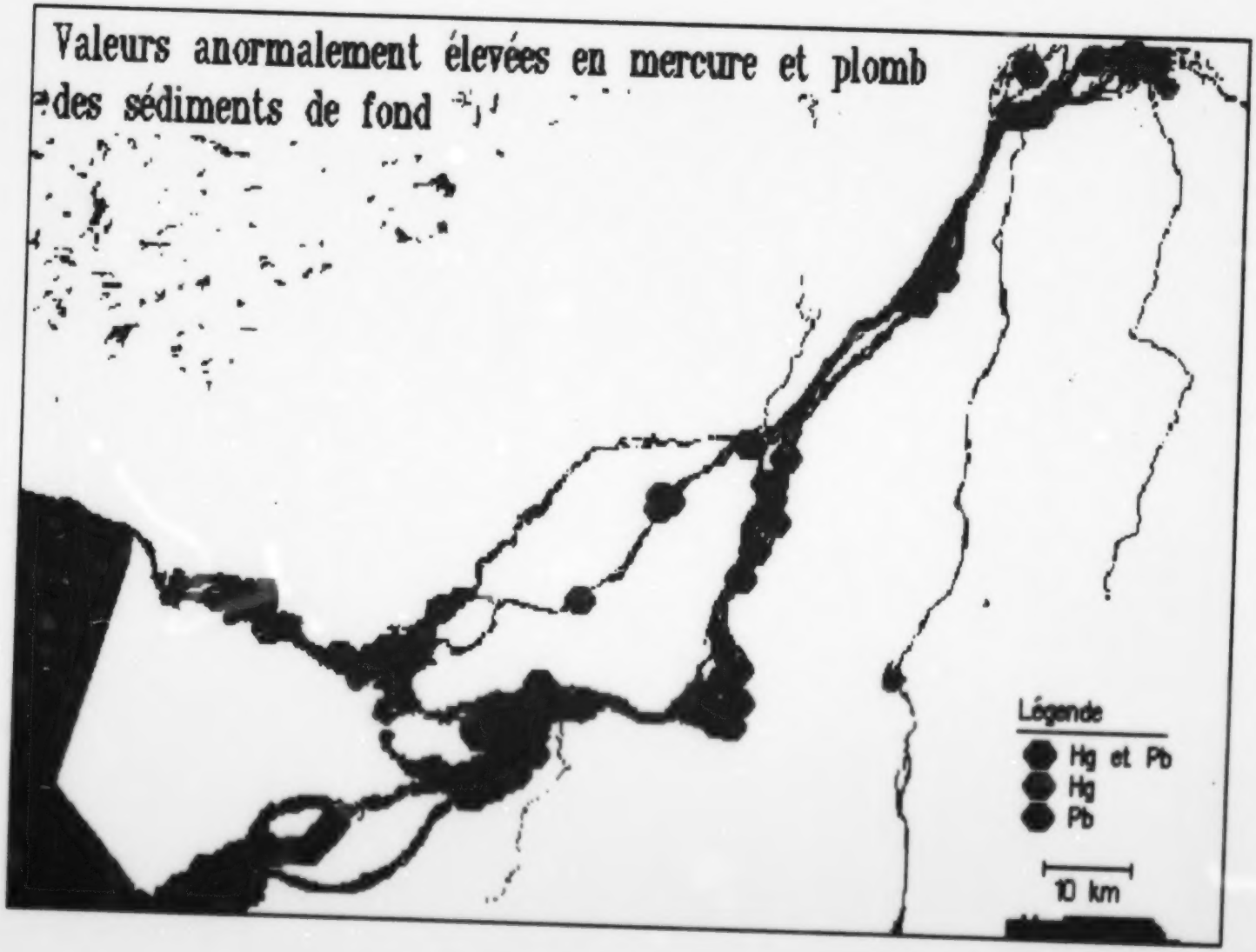
La contamination des sédiments par le plomb et par le mercure peut être considérée comme étant le plus grave risque d'intoxication métallique pour les ressources biologiques du fleuve. Le plorb provient majoritairement de l'essence automobile et de munitions de chasse et il est très abondant dans les régions urbanisées.

Le mercure, présent à l'état naturel, se retrouve également dans l'environnement par l'intermédiaire de produits de consommation et par la combustion de matières comme la pétrole, l'huile et le charbon.

MÉTHODE : Se basant sur la carte du comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (1978), où les points présentent des teneurs en métaux anormalement élevées, seules les valeurs de plomb et de mercure ont été retenues. Chacun de ces points est numérisé et importé sur la carte de base. Une fenêtre a été établie afin de mieux visualiser les résultats pour la région de Montréal.

RÉSULTATS : Trois principales régions observables sur cette carte présentent des sédiments de fond dont les valeurs sont anormalement élevées en mercure et en plomb. La première région englobe Salaberry-de-Valleyfield, la seconde région longe les rives des municipalités de Melocheville, Beauharnois et Châteauguay. La dernière région s'étend de Candiac à Varennes.

SOURCE : Ministère de l'Environnement du Québec, Direction régionale des Eaux Intérieures, Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. 1978. Rapport technique No. 15, Qualité des sédiments de fond du fleuve Saint-Laurent entre Cornwall et Montmagny, figure : points présentant des valeurs anormalement élevées en métaux.


Valeurs anormalement élevées en mercure et plomb
des sédiments de fond
Légende
Hg et Pb
Hg
Pb
10 km

QUALITÉ DE LA CHAIR DES POISSONS

Au Canada, le poisson est de plus en plus reconnu comme faisant partie d'une alimentation saine et équilibrée et beaucoup de familles l'adoptent comme supplément à la viande. Les poissons que l'on retrouve dans les supermarchés ont subi un contrôle rigoureux et on peut être assuré que ceux-ci répondent aux normes établies par le gouvernement du pays.

Mais comment savoir si un poisson issu de la pêche sportive est propre à la consommation? Cette carte indique le degré de contamination du poisson pour le fleuve Saint-Laurent et ses principaux tributaires.

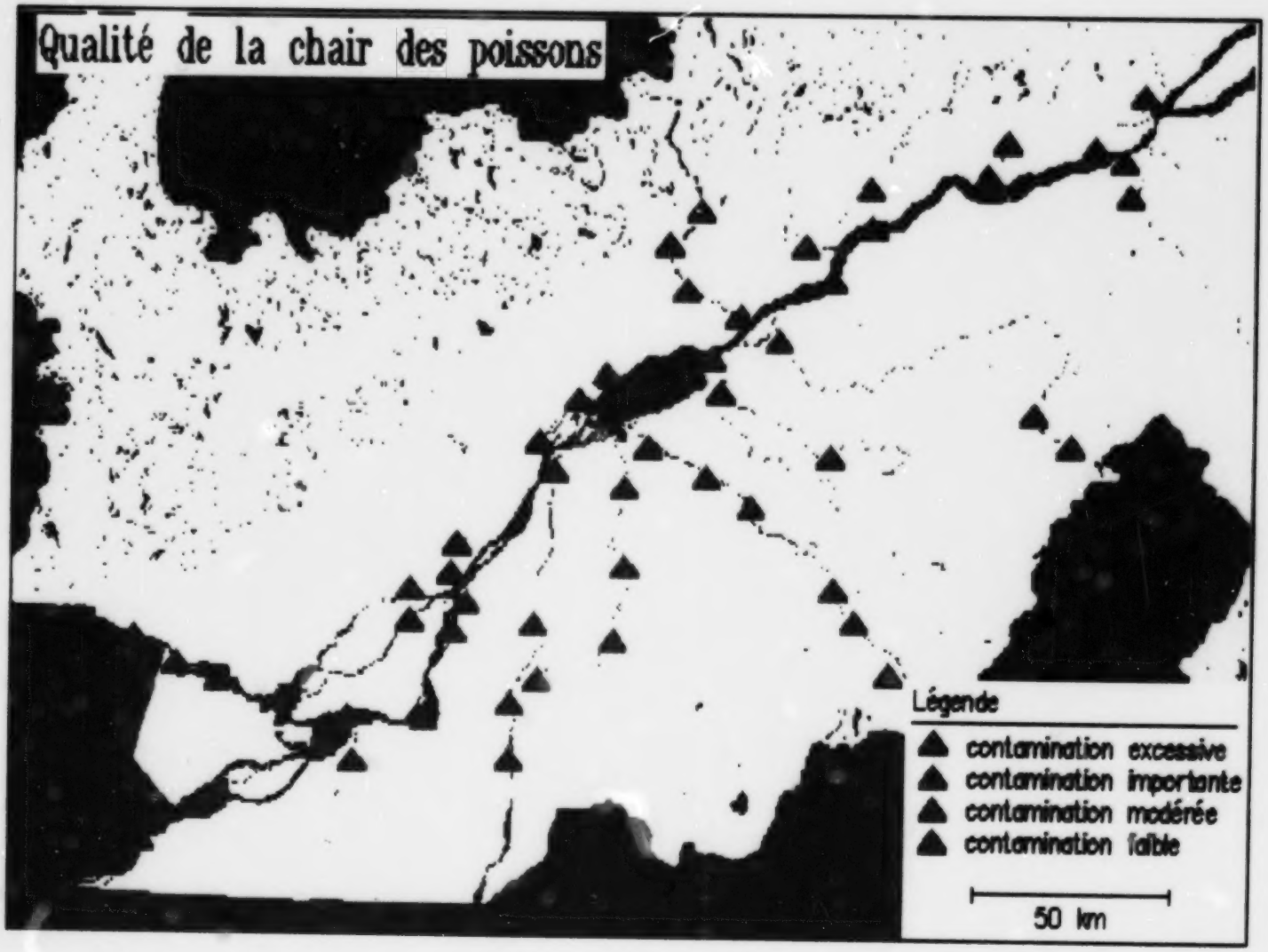
Les sites identifiés par un triangle de couleur rouge indiquent une contamination excessive de la chair du poisson que l'on retrouve à cet endroit. La couleur orange présente une contamination importante, le jaune, une contamination modérée; une faible contamination est indiquée par un triangle vert.

MÉTHODE : On a obtenu, au moyen de la numérisation, les coordonnées de chaque site faisant mention de la qualité de la chair du poisson. Ces sites apparaissent dans le guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce. Le degré de contamination pour chaque point est également tiré de ce guide.

RÉSULTATS : La rivière Jacques-Cartier est le seul tributaire de la région d'étude où la chair du poisson est faiblement contaminée. Pour d'autres, comme les rivières Richelieu, Yamaska, Bécancour, Outaouais et une grande partie de la rivière Saint-François, la contamination est modérée.

Une contamination importante du poisson est observée dans la région de Cornwall, Salaberry de Valleyfield, Châteauguay et Repentigny. A deux endroits, la chair du poisson est excessivement contaminée : près de Shawinigan sur le Saint-Maurice, et à l'Assomption.

SOURCE : Ministère de la Santé et des Services sociaux, ministère de l'Environnement du Québec en collaboration avec le Centre de Toxicologie du Québec. 1985. Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce.


Qualité de la chair des poissons
Légende
contamination excessive
contamination importante
contamination modérée
contamination faible
50 km

FRAYÈRE

Par définition, une frayère constitue l'emplacement dans lequel le poisson se reproduit Plusieurs éléments représentent une menace pour les aires de frai. Parmi ceux-ci, se retrouvent "les rejets d'effluents industriels et municipaux; la dérivation des cours d'eau; l'introduction de limon dans les cours d'eau; les obstacles à la migration; la modification du débit des cours d'eau; le déséquilibre dans les nutriments; les pluies acides et autres polluants libérés dans l'atmosphère; les pesticides; et les autres agents chimiques, physiques et biologiques."*

Cette carte présente les principales aires de frai comprises entre Cornwall et Sorel.

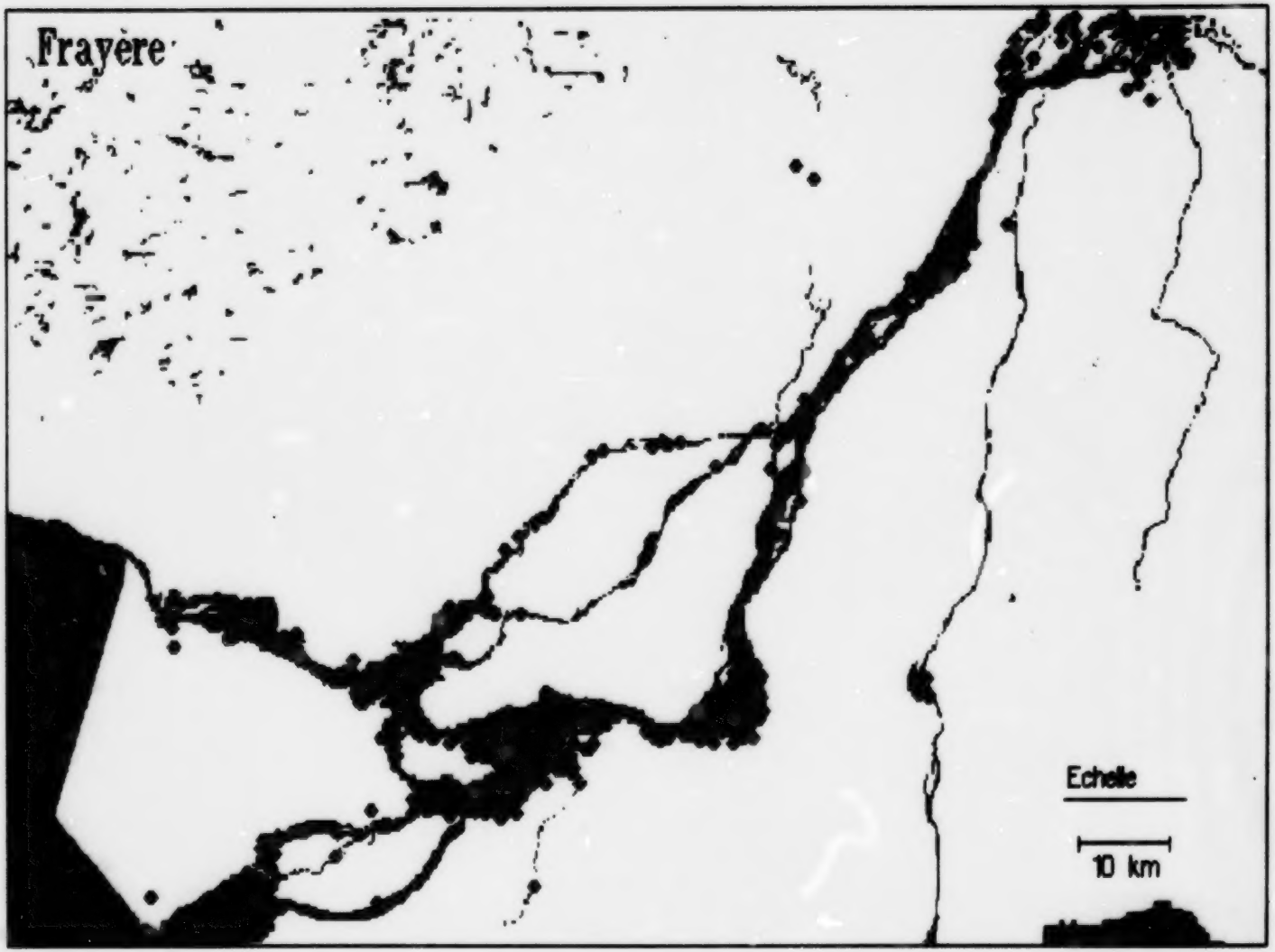
MÉTHODE : Les renseignements concernant les frayères ponctuelles, les aires de frai et les segments de frai ont été numérisés à partir des cartes des habitats fauniques essentiels reproduites sur des fonds de carte topographique par le MLCP. Pour un meilleur résultat, une fenêtre a été définie pour la région de Montréal.

RÉSULTATS : On peut observer que les aires de frai sont généralement abondantes pour le territoire à l'étude. Certaines régions revêtent une plus grande importance pour la reproduction du poisson. C'est le cas de la région au sud de Ville Lasalle, l'île des Soeurs et la zone riveraine partant de Candiac jusqu'à Greenfield Park. Les îles de Sorel constituent également une zone de prédilection pour le poisson.

SOURCE : Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. 1986. Cartes des habitats faunique essentiels.

---

* Ministère des pêches et des océans. 1986. Politique de gestion de l'habitat du poisson.


Frayère
Echelle
10 km

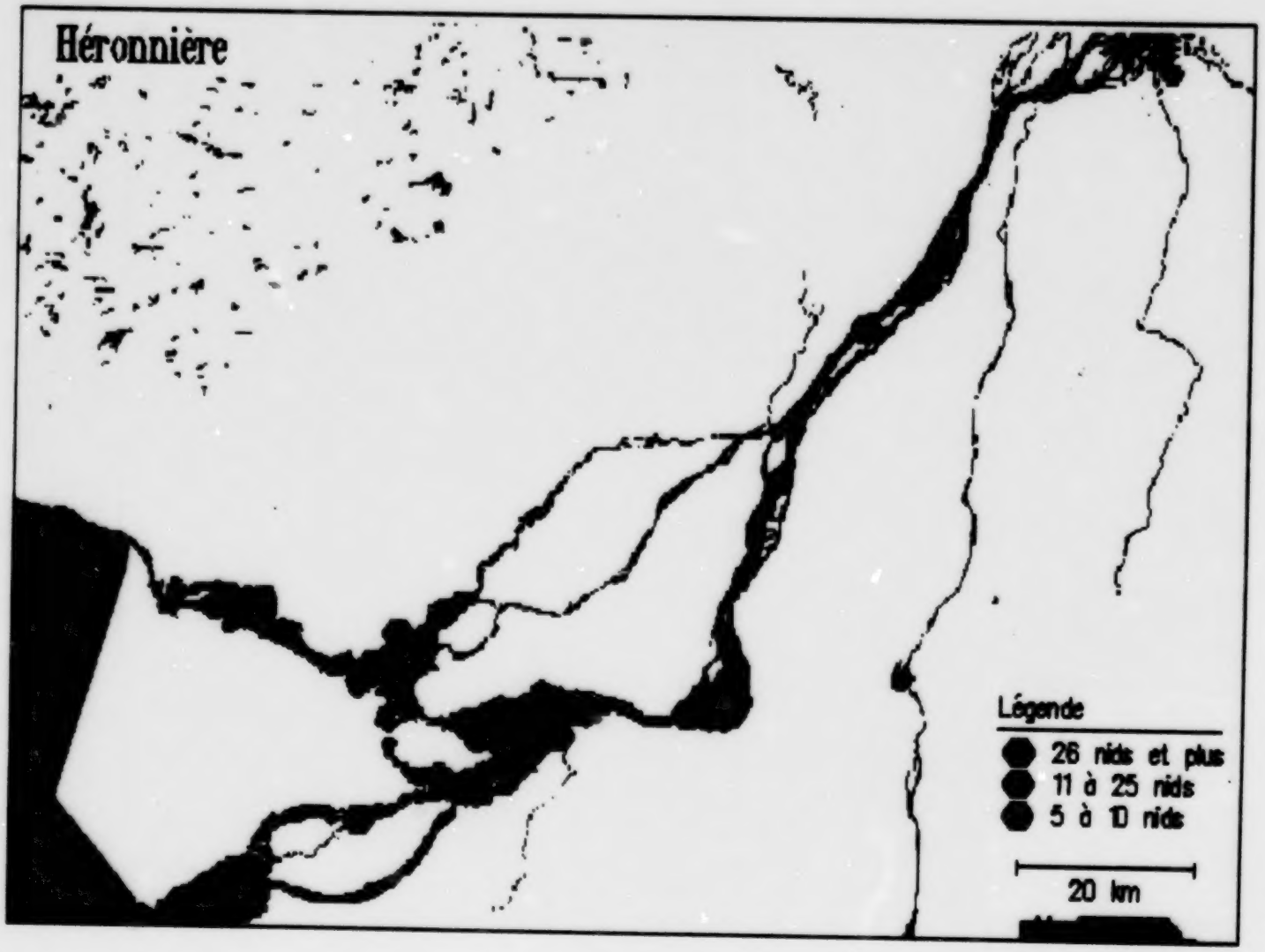
HÉRONNIÈRE

Tout comme les frayères, les héronnières représentent une ressource naturelle essentielle de la faune du Saint-Laurent. Par définition, les héronnières sont des aires de nidification pour les hérons (Grand héron et Bihoreau à couronne noire). Cette carte présente l'emplacement des héronnières pour la région de Montréal.

MÉTHODE : Les renseignements concernant les héronnières et le nombre de nids répertoriés sont produits par le MLCP sur des fonds de carte topographique. Ces renseignements ont été numérisés et une couleur est ensuite attribuée à chaque aire de nidification : rouge, pour 26 nids et plus; orange, pour 11 à 25 nids; jaune, pour 5 à 10 nids.

RÉSULTATS : Pour cette région d'étude, on retrouve trois aires de nidification importantes comportant 26 nids et plus. Les trois se retrouvent au sud de l'Île de Montréal, une dans la région de Baie d'Urfé, une autre à l'Île Saint-Bernard et la dernière, à l'Île au Héron. Trois autres lieux de moindre importance sont localisés à Sainte-Marthe-sur-le-Lac, à Saint-Timothée et à l'Île Bouchard.

SOURCE : Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. 1986. Cartes des habitats fauniques essentiels.


Héronnière
Légende
26 nids et plus
11 à 25 nids
5 à 10 nids
20 km

LES MILIEUX HUMIDES EN BORDURE DU SAINT-LAURENT

Les milieux humides constituent une zone de rencontre entre l'eau et la terre. On compte parmi ceux-ci des marais, des marécages, des herbiers aquatiques et des tourbières. "En plus de fournir nourriture et gîte à nombre de micro-organismes, d'insectes, de mollusques, de poissons, d'amphibiens, de reptiles, d'oiseaux et de mammifères, les milieux humides contribuent à l'épuration naturelle des cours d'eau et à la régulation des débits"*

Ecosytèmes essentiels, les milieux humides subissent des stress reliés à différentes pratiques d'activités humaines comme l'agriculture, l'urbanisation, la construction de routes, le drainage, l'endiguement, la villégiature, etc.

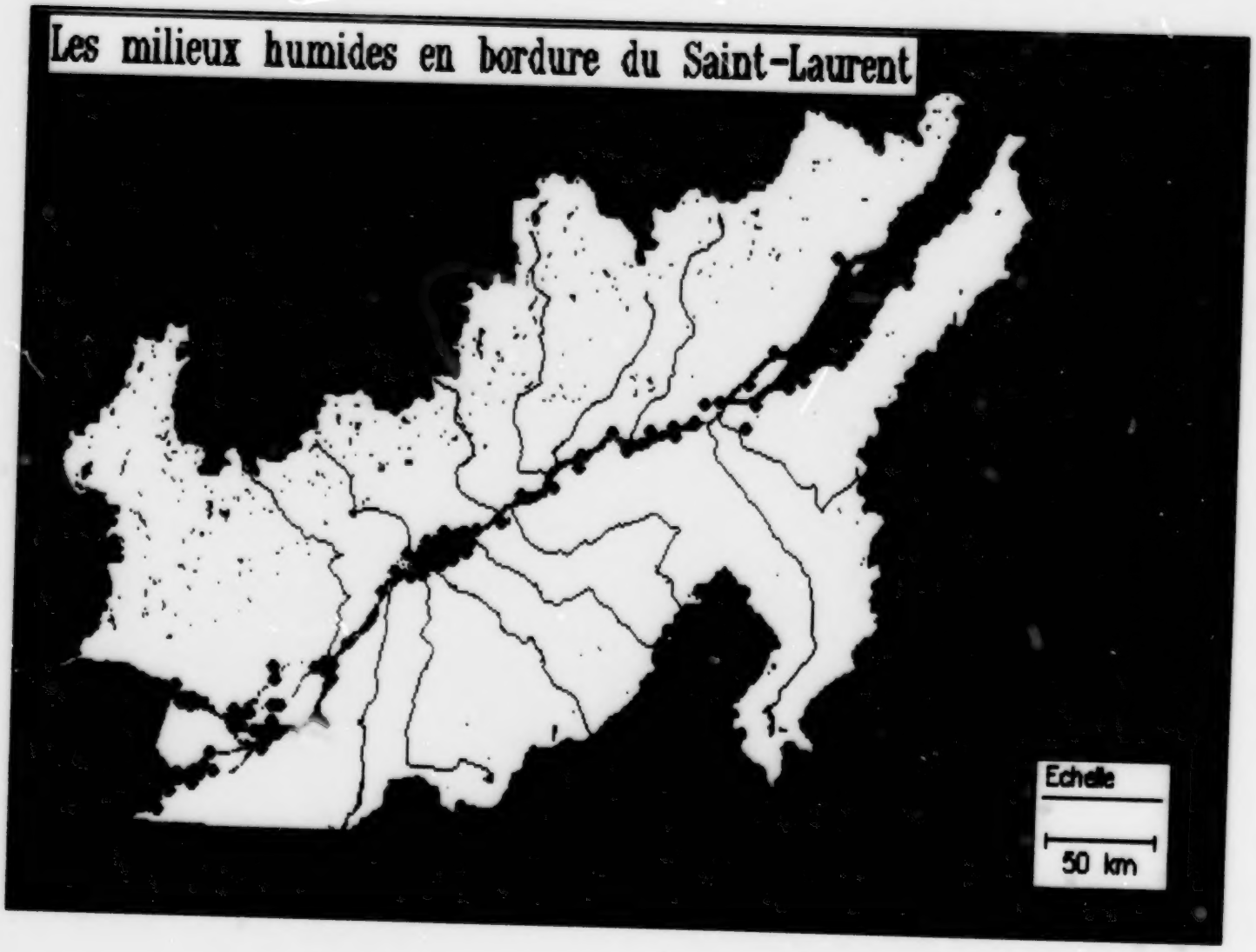
MÉTHODE : Les sites indiquant l'emplacement des principaux milieux humides en bordure du Saint-Laurent ont été numérisés, et ils proviennent d'une carte produite par l'Union Québécoise pour la Conservation de la Nature (UQCN).

RÉSULTATS : Les milieux humides sont présentés en couleur rouge sur cette carte et de façon ponctuelle. Ils sont nombreux tout au long du fleuve, mais plus particulièrement autour de l'Île de Montréal et de l'Île Bizard, et aussi autour du Lac Saint-Pierre.

SOURCE : Union Québecoise pour la Conservation de la Naute. 1988. Carte : Les milieux humides du Québec : les sites prioritaires à protéger.

---

* UQCN, Carte des milieux humides à protéger.


Les milieux humides en bordure du Saint-Laurent
Echelle
50 km

LIEUX DE MIGRATION POUR LA SAUVAGINE ET SANCTUAIRE D'OISEAUX MIGRATEURS

Plusieurs sites sont réputés au Québec comme des sanctuaires ou comme des zones de migration pour les oiseaux et la sauvagine. Tel est le cas de l'Île Bonaventure pour le fou de Bassan, ou le Cap Tourmente pour l'oie et la sauvagine. Ses zones sont essentielles à la reproduction et à la sauvegarde des espèces.

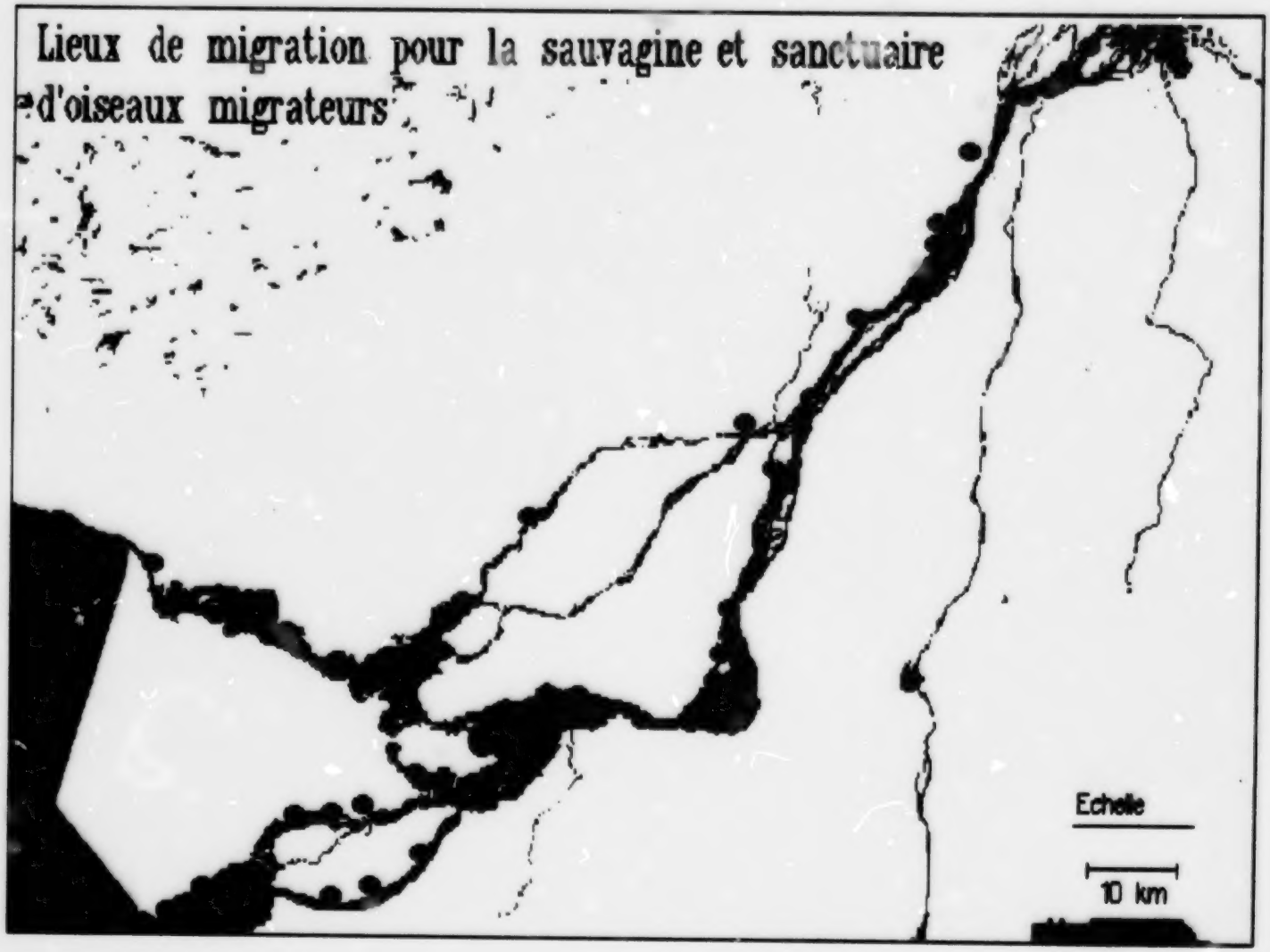
Cette carte présente, pour la région de Montréal, les aires à protéger et à conserver pour la sauvagine et les oiseaux migrateurs.

MÉTHODE : Les zones identifiées dans ce cas proviennent de cartes socio-écologiques produites par le gouvernement du Québec. Toute l'information contenue sur ses cartes est codifiée et chacun des points a été numérisé.

Seules les aires de migration pour la sauvagine et les sanctuaires d'oiseaux migrateurs ont été retenues pour cette carte. Afin de mieux visualiser les résultats, une fenêtre a été établie à partir de la carte de base pour la région de Montréal.

RÉSULTATS : Les points de couleur rouge représentent les zones de migration et les santuaires d'oiseaux. Ils se localisent principalement dans la région du lac des Deux-Montagnes et de la rivière Outaouais, dans la région du canal de Beauharnois, les îles Bouchard et les îles de Sorel.

SOURCE : MENVIQ. 1986-1987. Cartes socio-écologiques.


Lieux de migration pour la sauvagine et sanctuaire d'oiseaux migrateurs
Echelle
10 km

ZONE D'HERBIERS AQUATIQUES ET RIPARIENS

Les herbiers aquatiques et ripariens font partie intégrante des milieux humides. Ils sont associés aux zones inondées en permanence où l'eau peut atteindre jusqu'à trois mètres de hauteur en période estivale.

"Ils contiennent une végétation aquatique flottante ou submergée comprenant une flore riche et abondante; on y retrouve par exemple des nénuphars et des vallisneries".*

MÉTHODE : Tout comme les zones de migration pour la sauvagine et les sanctuaires d'oiseaux migrateurs, la localisation des zones d'herbiers aquatiques et ripariens a été numérisée à partir des cartes socio-écologiques.

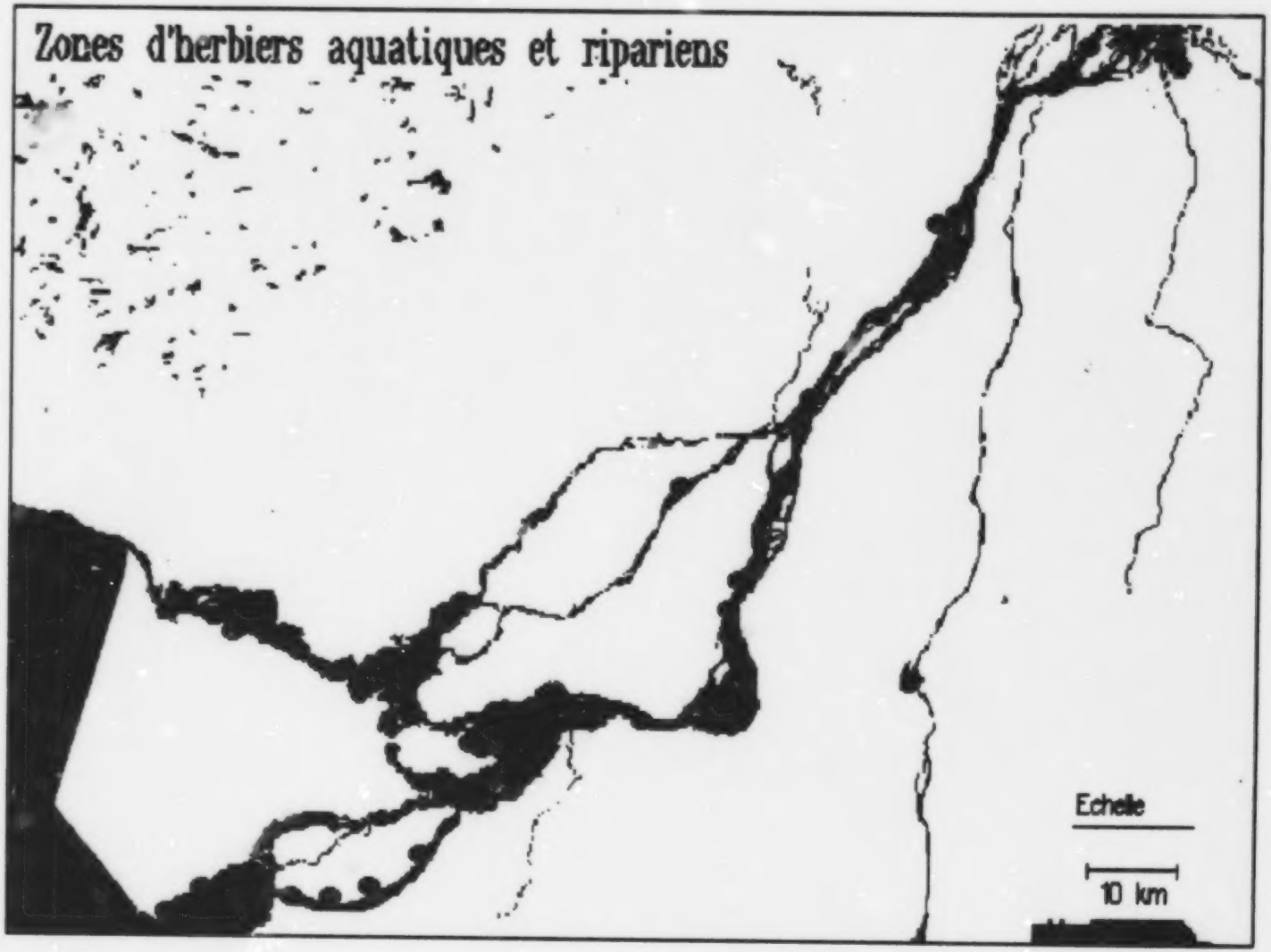
Une fenêtre a été établie pour la région de Montréal afin de mieux visualiser l'information.

RÉSULTATS : Les zones d'herbiers aquatiques et ripariens se concentrent majoritairement au sud de l'île de Montréal et à l'ouest. On en retrouve plusieurs le long du canal de Beauharnois, à la tête du lac Saint-Louis et dans le lac des Deux Montagnes. Inversement, ces mêmes zones sont plutôt rares dans la rivière des Milles-îles et la rivière des Prairies.

SOURCE : MENVIQ. 1986-1987. Cartes socio-écologiques.

---

* UQCN : Carte des milieux humides à protéger.


Zones d'herbiers aquatiques et ripariens
Echelle
10 km

MUNICIPALITÉS S'ALIMENTANT EN EAU POTABLE DU FLEUVE

L'eau potable est essentielle à la vie, et chacun, à l'intérieur d'une société moderne s'attend à ce que cette eau soit en quantité et en qualité suffisantes. "Environ 80 p. cent de la population québécoise boit une eau d'aqueduc qui a subi un traitement; de ce nombre, 67 p. cent est desservie par une usine de filtration. Par ailleurs, l'eau souterraine sert de source d'approvisionnement à 20 p. cent de la population, soit 65 p. cent des municipalités desservies par un système de distribution".*

Cette carte a comme objectif de démontrer l'importance du fleuve Saint-Laurent comme source d'approvisionnement en eau potable. On y présente les municipalités s'alimentant directement du fleuve (en rouge) et les municipalités s'en alimentant indirectement (en orange). Dans ce cas, indirectement s'ignifie que la municipalité s'approvisionne en eau d'une autre municipalité qui, elle, tire son eau du fleuve.

Etant donné l'importance que revêt le fleuve à ce sujet, il est primordial d'améliorer la qualité de l'eau afin de protéger la santé publique et de diminuer le coût engendré par les usines de traitement des eaux.

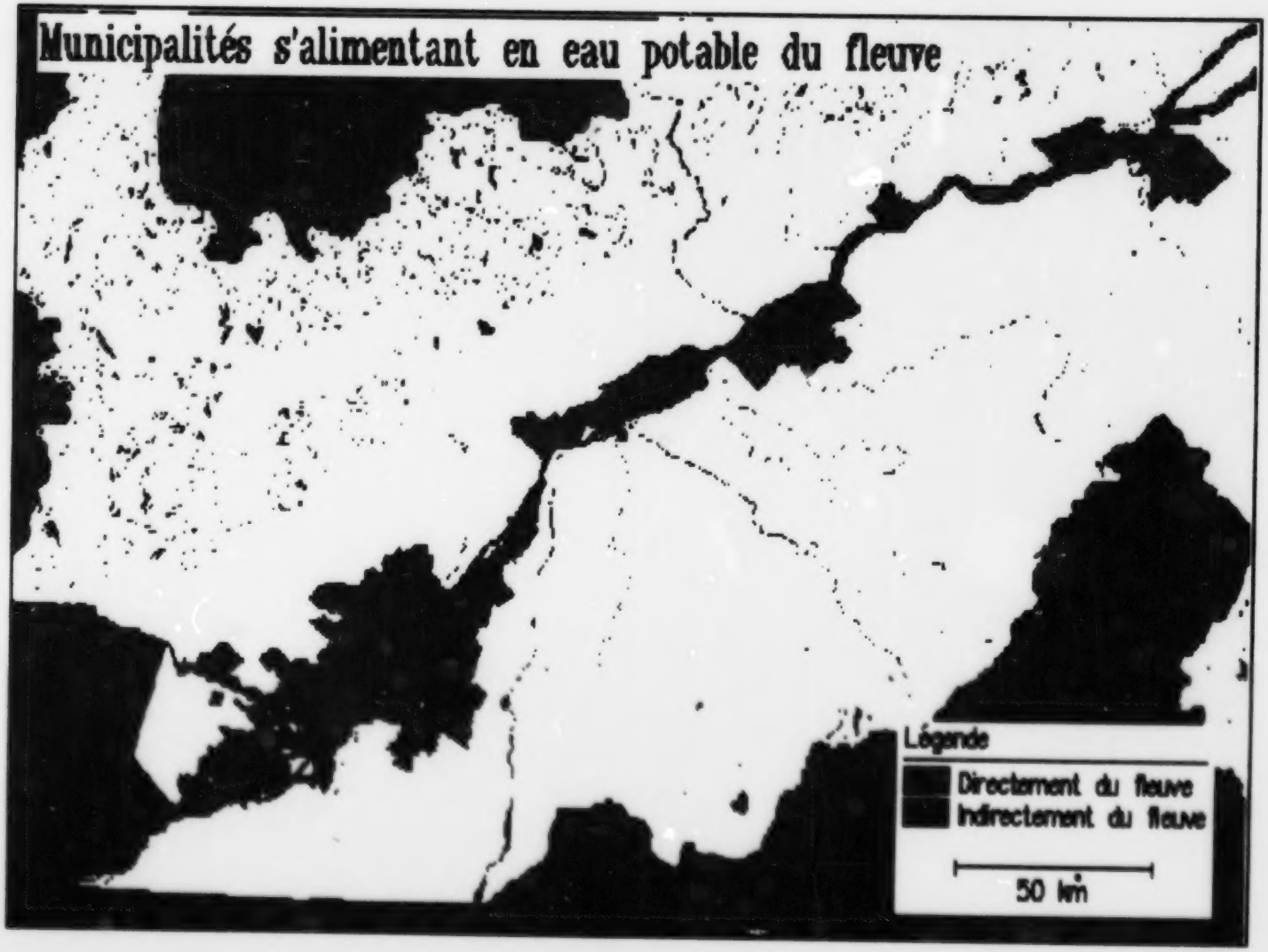
MÉTHODE : En se basant sur un inventaire du gouvernement du Québec, nous avons attribué la valeur numérique "1" aux subdivisions de recensement s'alimentant directement du fleuve, et la valeur numérique "2" à celles qui s'en alimentent indirectement. Le 1 et le 2 correspondent respectivement au rouge et à l'orange de notre palette de couleurs. Les autres SDR n'apparaissent par sur la carte (valeur numérique de "0").

RÉSULTATS : On peut observer que le nombre de municipalités qui dépendent directement ou indirectement du fleuve pour leur alimentation en eau potable est assez important. Par exemple, des municipalités comme Laval, Rosemère, Montréal, Valleyfield, Boucherville et Bécancour s'alimentent directement du fleuve, tandis que Candiac, Lasalle, Ville Saint-Laurent et Longueuil s'en alimentent indirectement.

SOURCE : MENVIQ. 1981. Inventaire de la ressource eau.

---

* Gouvernement du Québec, ministère de l'environnement, "L'environnement du Québec : un premier bilan (document technique), 1988.


Municipalités s'alimentant en eau potable du fleuve
Légende
Directement du fleuve
Indirectement du fleuve
50 km

ZONES DE VILLÉGIATURE

La villégiature a pris une place importante dans la vie des Québecois. Depuis une trentaine d'années, les lacs, les rivières et le fleuve ont été littéralement assaillis par les citadins et leurs chalets.

"Cette invasion massive a créé sur l'écosystème lacustre (aquatique et riverain) un impact tel que l'on a décelé, après quelques années à peine, un vieillissement prématuré des lacs (apparition de plantes aquatiques et d'algues, envasement accéléré du lit, etc...), des signes évidents de pollution, une diminution de la pureté de l'eau, la dégradation du paysage, pour en arriver à la destruction de l'habitat de nombreuses espèces végétales et animales".*

MÉTHODE : Extraits des cartes socio-écologiques produitent par le MENVIQ, les sites de villégiatures ont été numérisés. Dans le cas présent, une fenêtre délimite les sites de la région de Montréal.

RÉSULTATS : Les sites de villégiatures sont relativement peu nombreux à l'intérieur de la région d'étude. On les retrouve davantage le long du lac des Deux-Montagnes. On en retrouve aussi près de Tracy et sur l'île Bouchard.

SOURCE : MENVIQ. 1986-1987. Cartes socio-écologiques.

---

* Gouvernement du Québec. Ministère de l'Environnement. 1988. "L'environnement au Québec : Un premier bilan (document technique)".

Zones de villégiature
Echelle
10 km

ZONES DE NAVIGATION DE PLAISANCE ET ZONES DE BAIGNADE

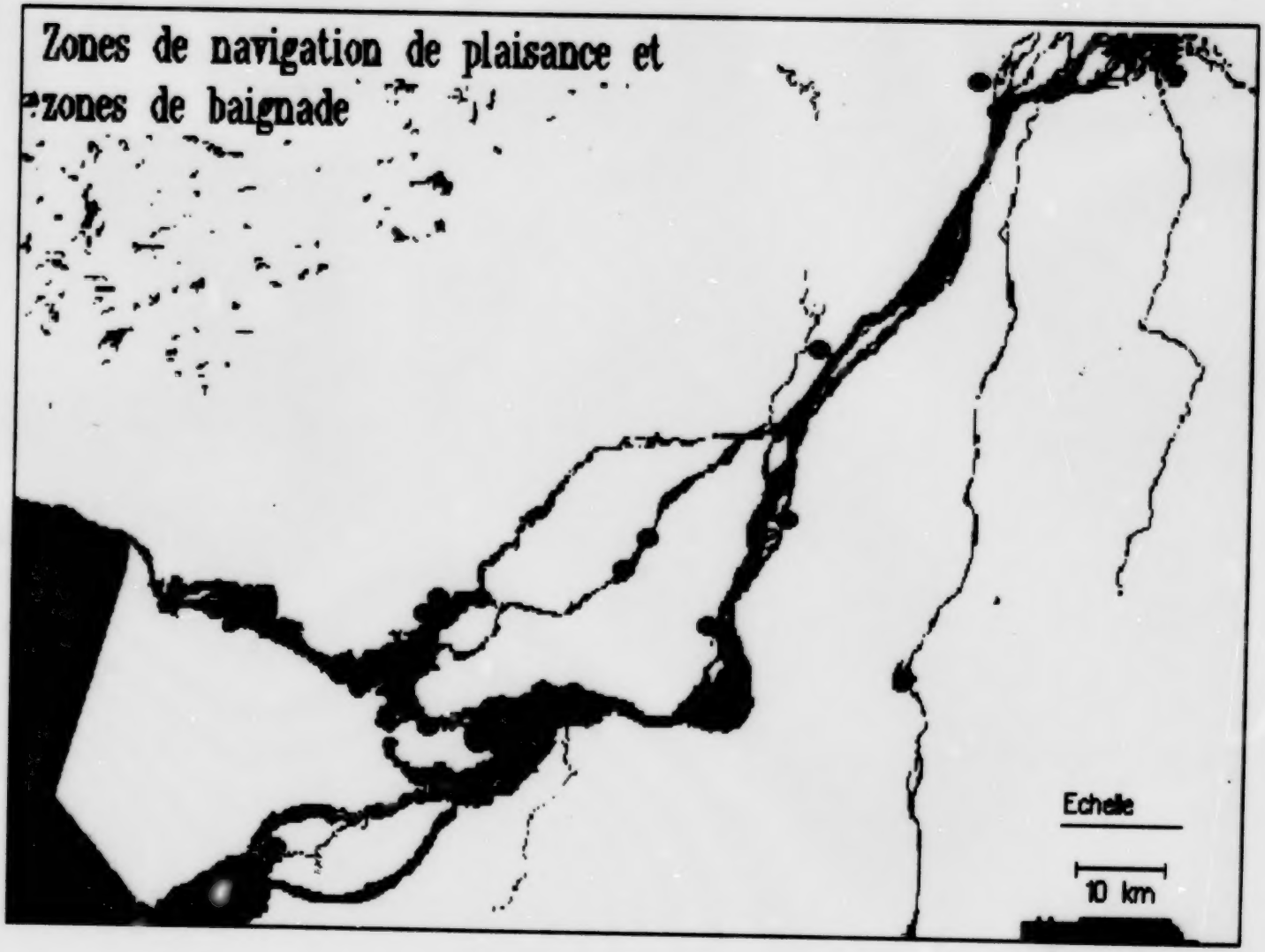
Souvent reliées à la villégiature, les zones de navigation de plaisance et les zones de baignade contribuent, elles aussi, à perturber l'environnement aquatique du Saint-Laurent.

Bien que la pollution engendrée par les moteurs hors-bord soit moindre qu'auparavant, ceux-ci constituent toujours une source de contamination par leurs déversements d'huile. De plus, le mouvement rotatif des hélices favorise la remise en suspension des sédiments, surtout en eau peu profonde. Par ailleurs, l'aménagement de zones de baignade collabore à la destruction d'habitats et bouleverse l'équilibre écologique.

MÉTHODE : Provenant des cartes socio-écologiques du MENVIQ, les aires de baignade et de navigation ont été retenues pour cette carte et numérisées. La fenêtre présentant la région de Montréal a été employée afin de les mettre en évidence.

RÉSULTATS : Plus nombreux que les sites de villégiatures, les résultats s'apparentent toutefois à ceux-ci. On retrouve des zones de navigation de plaisance et des zones de baignade majoritairement au lac des Deux-Montagnes, au lac Saint-Louis, dans la rivière des Prairies et près de Sorel.

SOURCE : MENVIQ. 1986-1987. Cartes socio-écologiques.


Zones de navigation de plaisance et
zones de baignade
Echelle
10 km

ZONES DE PÊCHE COMMERCIALE

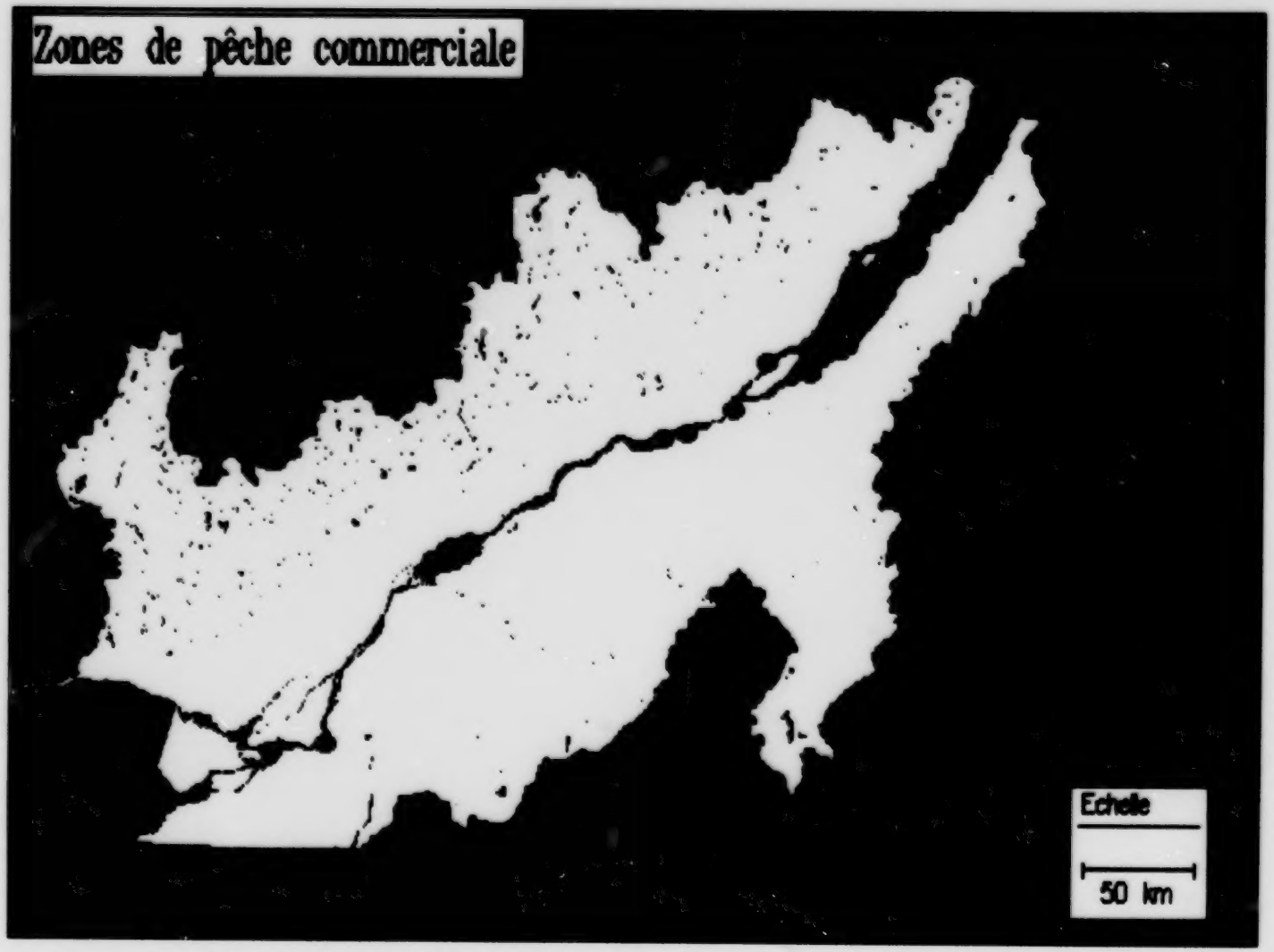
La surexploitation de la ressource faunique du fleuve et du golfe Saint-Laurent par les pêcheurs peut entraîner la disparition d'espèces qui sont déjà menacées ou vulnérables, telles que, l'esturgeon noir, le saumon de l'Atlantique et l'omble de fontaine, recherchées en raison de la grande qualité de leur chair.

On pratique la pêche commerciale dans plusieurs zones le long du fleuve. Cette carte illustre par des cercles de couleur rouge les principaux secteurs de pêche commerciale pour le territoire à l'étude.

MÉTHODE : A partir des cartes socio-écologiques élaborées par la division d'intervention d'urgence du MENVIQ, les zones de pêche commerciale ont été numérisées afin d'obtenir des coordonnées numériques.

RÉSULTATS : Les zones de pêche commerciale sont peu nombreuses à l'intérieur de la zone à l'étude. On retrouve ces zones principalement près de Verdun, dans le lac Saint-Pierre, et il y en a cinq dans la région de Québec, de Sainte-Croix à Montmagny.

SOURCE : MENVIQ. 1986-1987. Cartes socio-écologiques.


Zones de pêche commerciale
Echelle
50 km

INDEX DES RESSOURCES NATURELLES

Par définition, une carte index est le résultat d'une superposition de deux ou plusieurs cartes servant à mesurer un phénomène qui n'est pas directement quantifiable ou observable. Si un indicateur est plus important que les autres, un poids ou une valeur plus élevé peut lui être attribué. Dans le cas présent, tous les indicateurs ont un poids égal, car l'étude porte davantage sur la distribution spatiale des ressources.

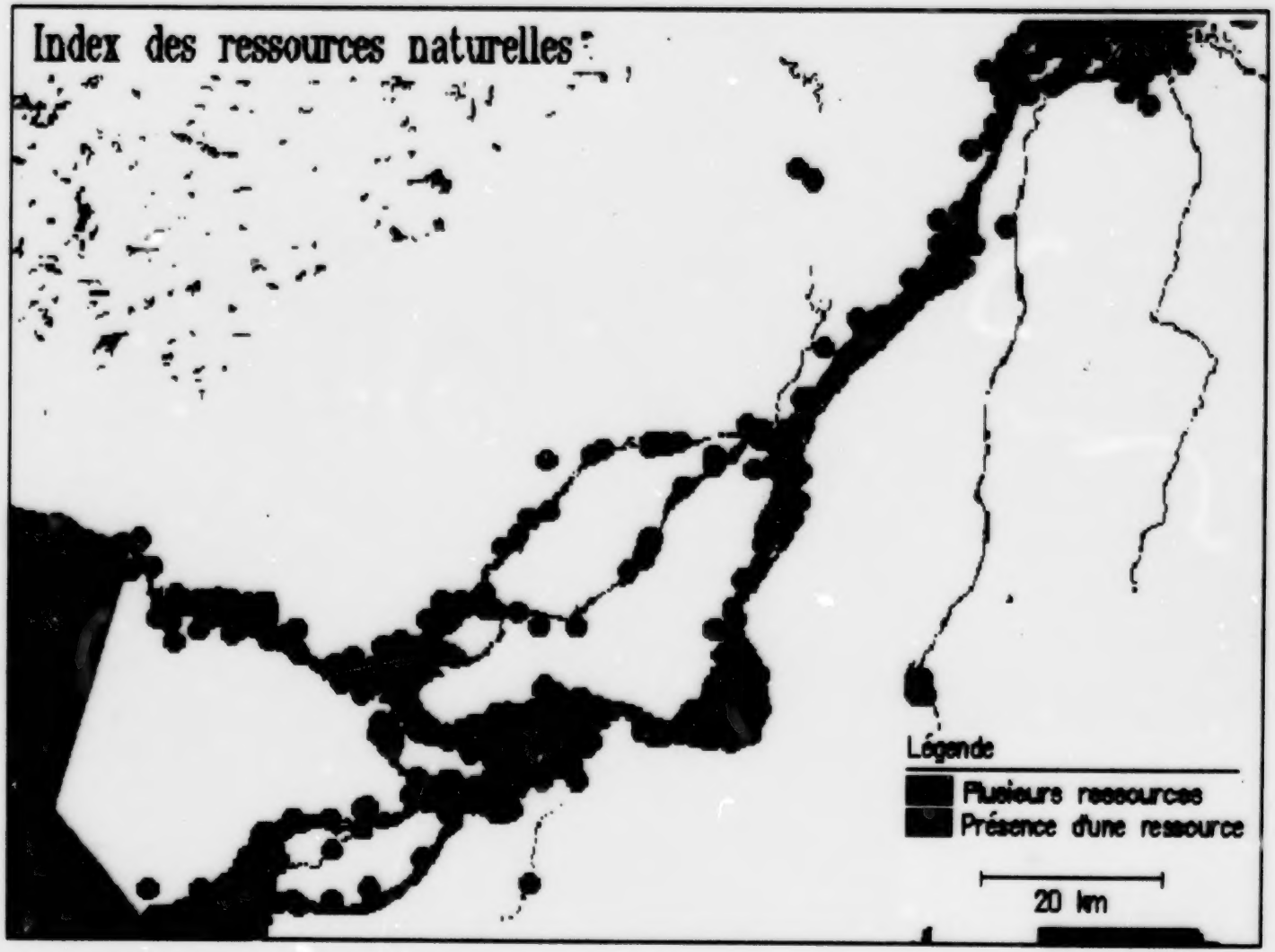
Pour cette carte, les ressources qui ont été combinées afin d'obtenir un index des ressources naturelles sont les frayères, les héronnières, les milieux humides, les lieux de migration pour la sauvagine et les sanctuaires d'oiseaux, les herbiers aquatiques, les zones de navigation de plaisance et de baignade et les zones de villégiature.

MÉTHODE : Comme pour les index précédents, on a attribué une valeur numérique à chacune des ressources naturelles identifiées ci-haut. Lors de l'intégration des cartes, on superpose les ressources naturelles et on additionne les valeurs. Les zones où l'on retrouve plus d'un type de ressources naturelles sont identifiées en rouge sur cette carte, et les zones orangées indiquent la présence d'un seul type de ressources.

RÉSULTATS : La répartition spatiale des ressources naturelles est assez uniforme en ce qui concerne la région de Montréal, on peut tout de même distinguer trois zones importantes pour au moins un type de ressources. Il s'agit de la partie du fleuve située entre Candiac et Varennes, la région des îles de Boucherville et la région des îles de Sorel.

SOURCES : Cartes :

- Frayère;
- Héronnière;
- Les milieux humides en bordure du Saint-Laurent;
- Lieux de migration pour la sauvagine et sanctuaires d'oiseaux migrateurs;
- Zones d'herbiers aquatiques et ripariens;
- Zones de villégiature;
- Zones de navigation de plaisance et zones de baignade.


Index des ressources naturelles
Légende
Plusieurs ressources
Présence d'une ressource
20 km

INDEX DES EFFETS POTENTIELS URBAINS

Les effets potentiels urbains représentent, en fait, les résultats observables du stress occasionné par les activités urbaines. Cette carte indique les zones qui sont les plus susceptibles d'être agressées par l'urbanisation.

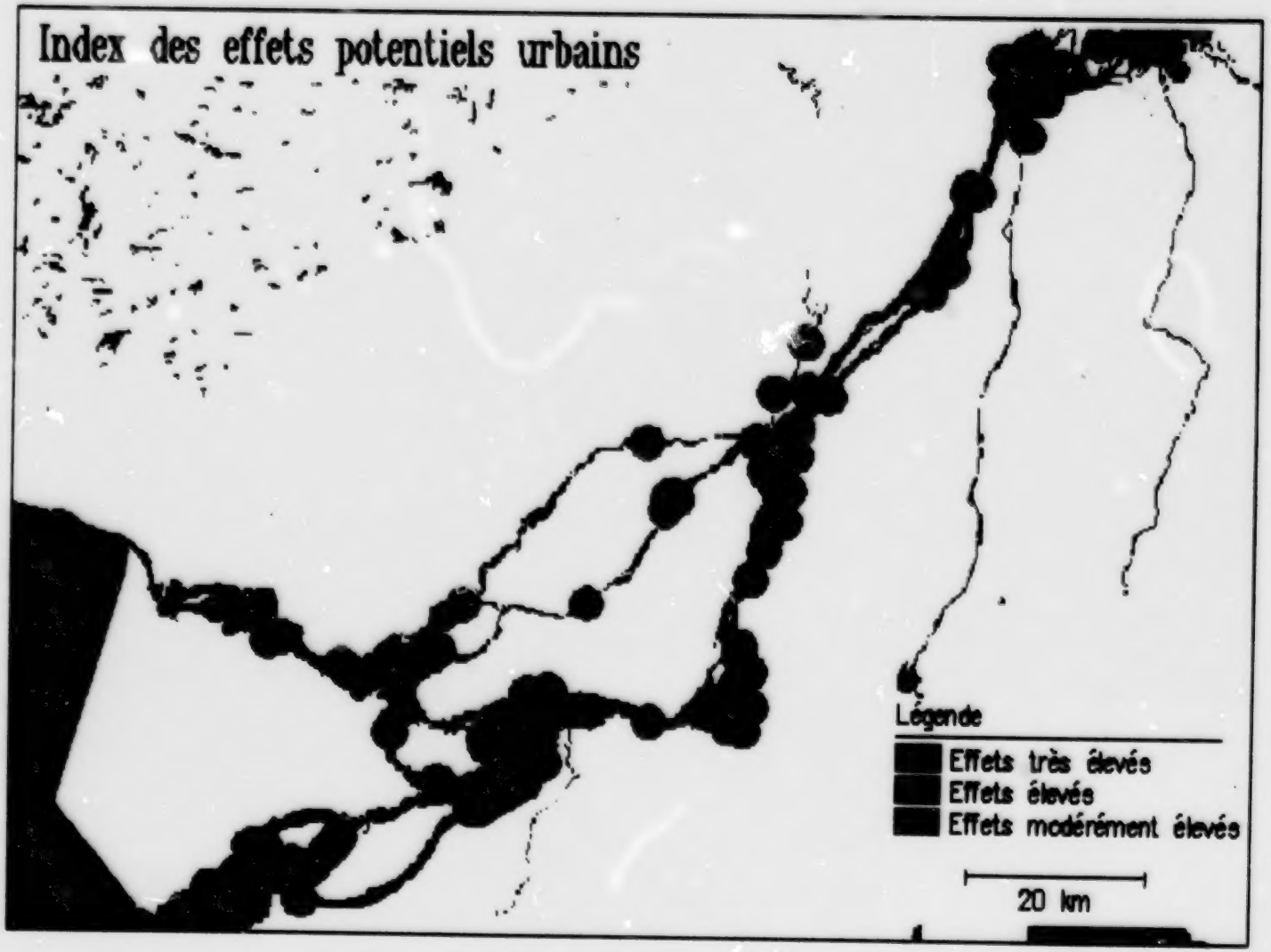
Les cartes d'entrées utilisées pour générer cet index d'effets sur le milieu aquatique sont les cartes indiquant la qualité de l'eau, la carte de la qualité des sédiments de fond et la carte de la qualité de la chair du poisson.

MÉTHODE : De façon similaire aux cartes index précédentes, on a attribué des valeurs numériques aux intervalles de classes des cartes ci-haut mentionnées. Lorsque l'on a superposé les cartes, les zones ont été combinées et les valeurs ont été additionnées, de sorte que les valeurs les plus élevées indiquent les zones où les effets potentiels urbains sont les plus élevées.

On applique alors les quantiles d'ordre trois aux résultats pour obtenir les trois classes d'effets potentiels urbains.

RÉSULTATS : On remarque quatre zones principales où les effets potentiels provoqués par les activités urbaines sont très élevés. Il s'agit des régions à proximité de Salaberry-de-Valleyfield, de Beauharnois, de Pointe-aux-Trembles/Varennes et de Sorel/Tracy.

SOURCES : Cartes :
- Qualité de l'eau (stations de qualité de l'eau);
- Qualité de la chair du poisson;
- Valeurs anormalement élevées en mercure et plomb des sédiments de fond.


Index des effets potentiels urbains
Légende
Effets très élevés
Effets élevés
Effets modérément élevés
20 km

INDEX DES EFFETS POTENTIELS AGRICOLES

Certaines substances appartenant à la famille des nutriments et certaines caractéristiques physiques de l'eau sont souvent associées aux pratiques agricoles. Tel est le cas de la turbidité, du carbone organique total, des nitrites et nitrates, de l'azote et des phosphates.

C'est pourquoi, en se fiant à la base de données sur la qualité de l'eau (NAQUADAT), un index a été créé en combinant tous ces paramètres sur une même carte. Cette carte illustre les zones à potentiel élevé d'effets provenant des activités agricoles.

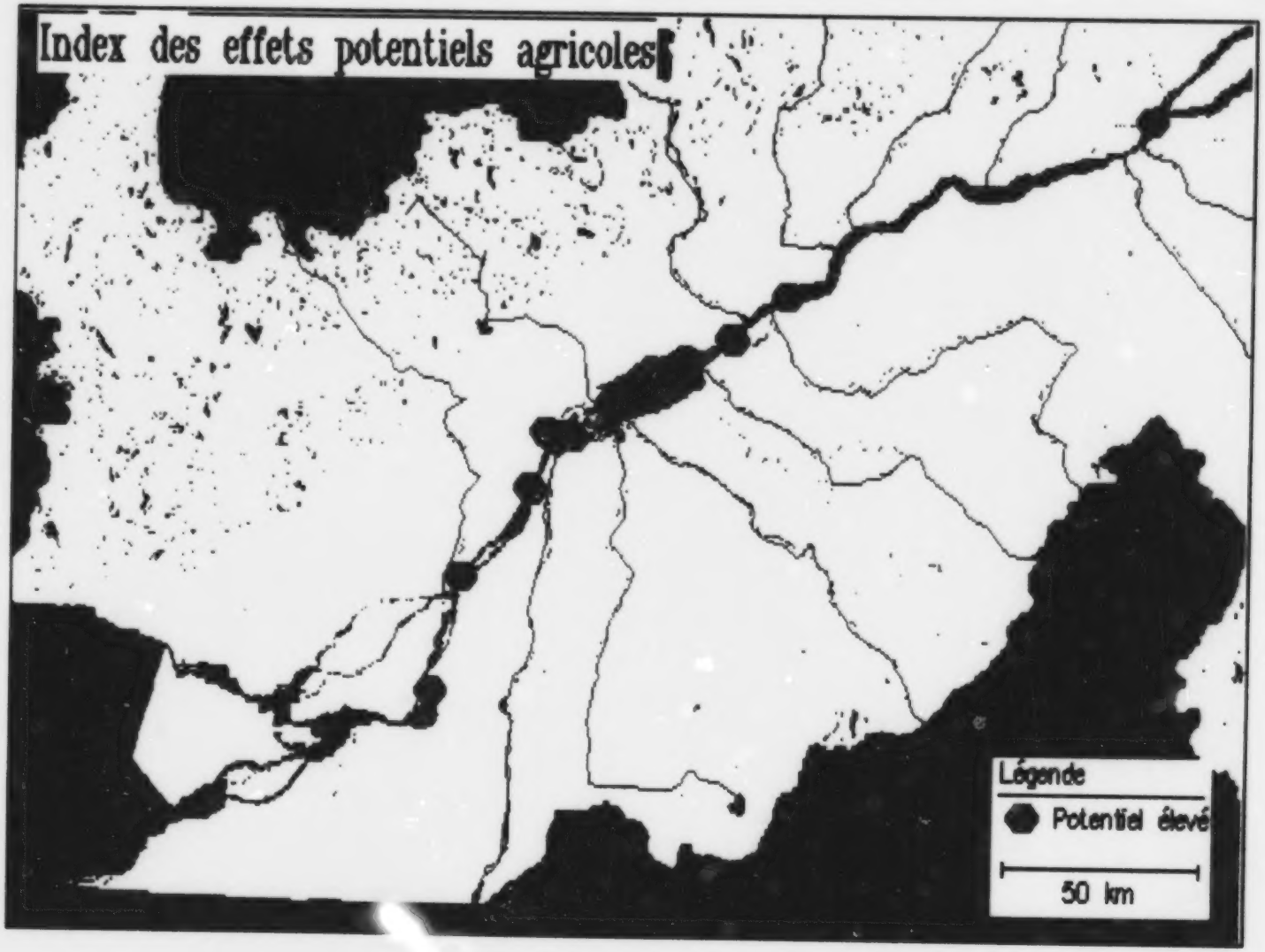
MÉTHODE : Les indicateurs d'effets potentiels agricoles relèvent des analyses des échantillons des stations de qualité de l'eau.

On ne garde que le dernier quantile, c'est à dire uniquement les valeurs les plus élevées. Ensuite on pondère cette nouvelle catégories d'indicateurs d'effets combinés et on additionne une fois de plus les valeurs pour chacune des stations. Les quantiles d'ordre trois sont appliqués aux résultats et on ne retient que le dernier quantile.

La dernière étape consiste à combiner tous les résultats retenus pour tous les paramètres afin d'afficher sur une seule carte les stations de qualité d'eau ayant les résultats les plus élevés pour les effets potentiels agricoles.

RÉSULTATS : Les zones indiquées en rouge représentent les endroits où l'on retrouve un potentiel élevé d'effets agricoles. Elles se situent principalement à Longueuil, à l'embouchure des rivières Assomption et Richelieu, dans la région de Sorel et de Trois-Rivières.

SOURCES : Environnement Canada, Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, base de données NAQUADAT.


Index des effets potentiels agricoles
Légende
Potentiel élevé
50 km

3.4 Analyse intersectorielle

CONCENTRATION EN Hg ET Pb (kg/j) REJETS RIVERAINS INDUSTRIELS ET VALEURS ANORMALEMENT ÉLEVÉES EN Hg ET Pb DES SÉDIMENTS DE FOND

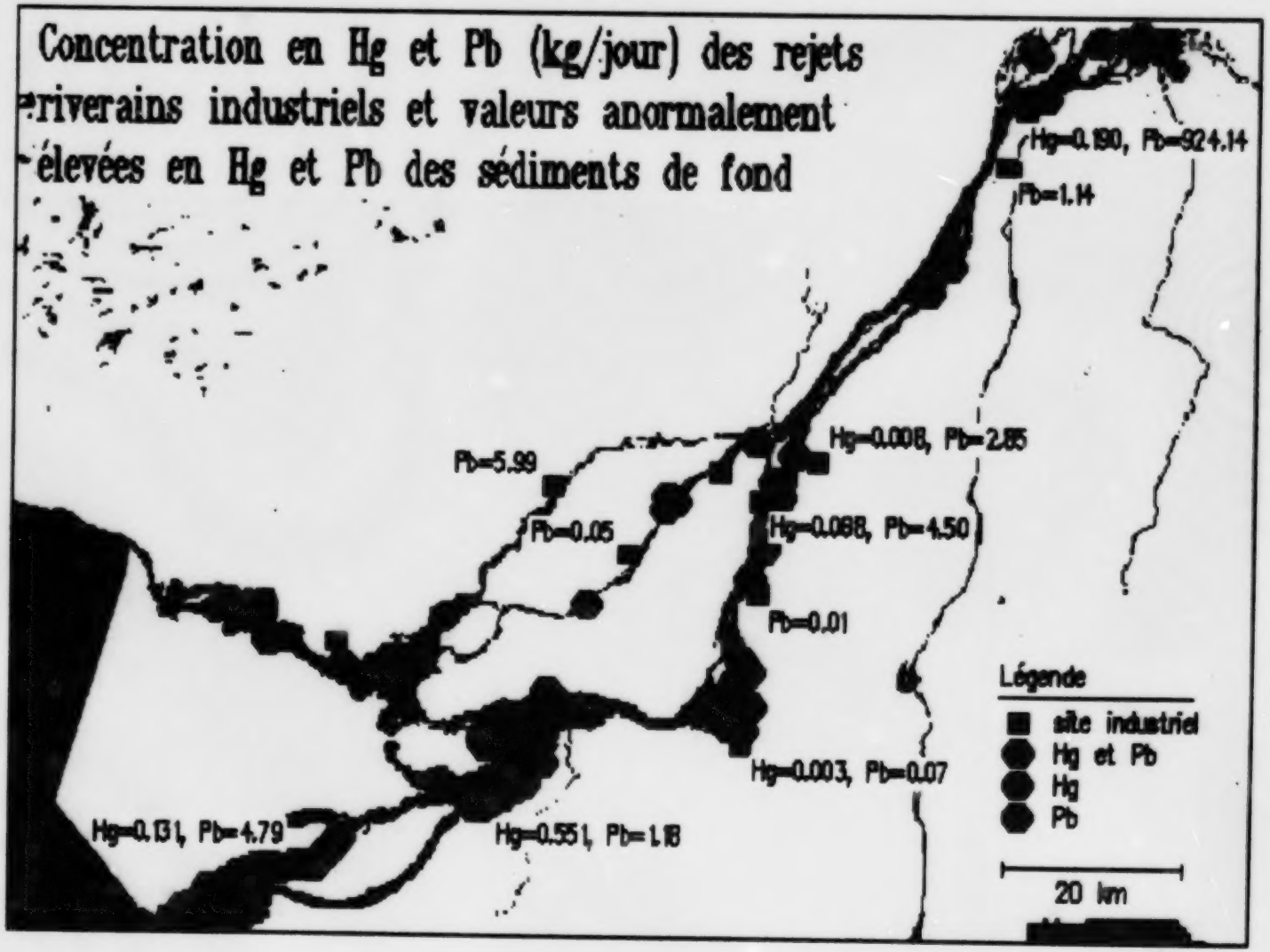
Pour réaliser cette carte, la carte illustrant les principales charges de rejets riverains industriels a été combinée à la carte démontrant les valeurs anormalement élevées en mercure et plomb des sédiments de fond.

Le principal objectif quant à la réalisation de cette carte est de démontrer l'approche qui peut être utilisée afin d'illustrer les associations spatiales entre plusieurs indicateurs combinés. Toutes les cartes générées pour cette section ont comme but de démontrer l'approche intersectorielle et les résultats qui pourraient être obtenus en intégrant des données couvrant la même période de temps. Il est à noter que la majorité des cartes de ce chapitre présentent le résultat de données intégrées dont l'aspect temporel était incompatible. L'accent est mis davantage sur la démonstration de l'approche.

MÉTHODE : Nous avons superposé la carte des rejets riverains industriels à la carte présentant des valeurs anormalement élevées en mercure et en plomb des sédiments de fond. Les valeurs rejetées sont indiquées près de chaque site industriel.

RÉSULTATS : Comme mentionné plus haut, les résultats obtenus pour cette carte ne peuvent être considérés comme significatifs, étant donné que les données concernant les rejets riverains industriels ont été prises en 1976-1977 et que les données de NAQUADAT datent de 1983 et 1984. On peut quand même observer certaines associations spatiales entre les rejets industriels et les sédiments de fond concernant le plomb et le mercure. Il semble, par leurs rejets de mercure et de plomb, que les sites industriels localisés à Salaberry de Valleyfield, à Beauharnois et à Sorel contribuent à augmenter la concentration de ces métaux dans les sédiments de fond. Il en est de même pour les sites industriels localisés entre Longueuil et Varennes.

SOURCES : Cartes :
- Principales charges de rejets riverains industriels;
- Valeur anormalement élevées en mercure et en plomb des sédiments de fond.


Concentration en Hg et Pb (kg/jour) des rejets riverains industriels et valeurs anormalement élevées en Hg et Pb des sédiments de fond
Hg=0.190, Pb=924.14
Pb=1.14
Hg=0.008, Pb=2.85
Pb=5.99
Pb=0.05
Hg=0.068, Pb=4.50
Pb=0.01
Hg=0.003, Pb=0.07
Hg=0.131, Pb=4.79
Hg=0.551, Pb=1.18
Légende
site industriel
Hg et Pb
Hg
Pb
20 km

SITES DE DRAGAGE ET ANALYSE DES SÉDIMENTS DE FOND

Deux des cinq emplacements localisés sur la carte des sites de dragage ont subi une analyse de leurs sédiments de fond. Cette analyse portait entre autres sur le volume, la superficie, les huiles et graisses, les résidus et les métaux lourds contenus dans ces sédiments.

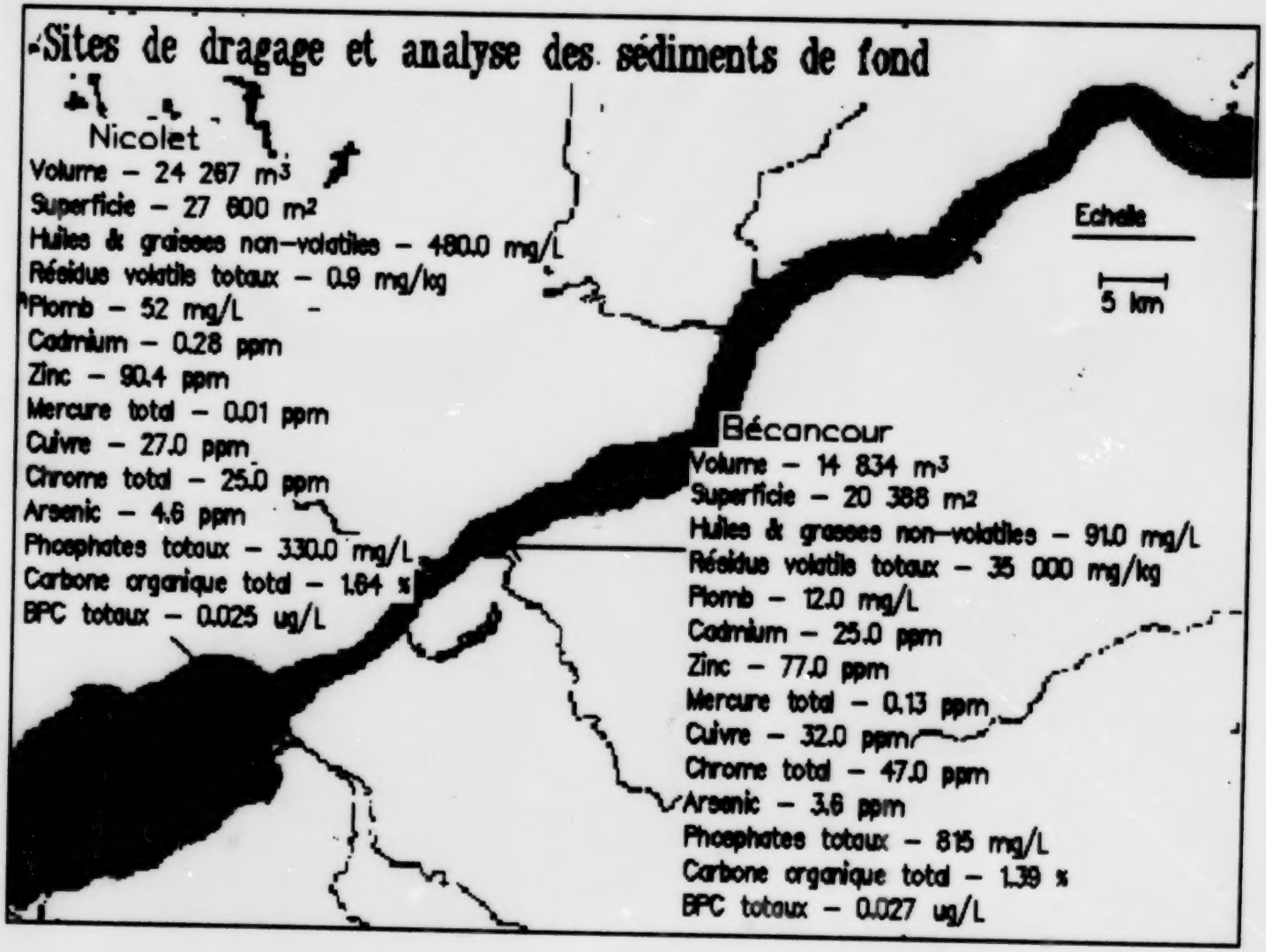
Les sites de dragage de Bécancour et de Nicolet sont localisés sur cette carte et les résultats de l'analyse des sédiments de fond se retrouvent en encadré près de ceux-ci.

MÉTHODE : En se basant sur le rapport fourni par Environnement Canada sur les sites de dragage et l'analyse des sédiments de fond, les sites de dragage ont été localisés à l'intérieur du territoire à l'étude. De ceux-ci, seuls les sédiments des sites de Bécancour et de Nicolet ont été analysés; c'est la raison pour laquelle seuls ces résultats y sont illustrés. En marge de ces sites, nous avons inscrits les résultats des analyses sédimentaires.

RÉSULTATS : Pour un volume et une superficie relativement réduits en regard du site de Nicolet, on peut observer que la concentration en cadmium, en mercure total, en cuivre et en chrome total est beaucoup plus élevé à Bécancour. Il en est de même pour les résidus volatils totaux et les phosphates totaux.

On peut supposer que cette profusion de métaux lourds et de résidus volatils pour ce site comparativement à celui de Nicolet est principalement causé par les rejets d'industries métallurgiques, abondants dans cette région.

SOURCE : Environnement Canada, Centre Saint-Laurent. 1988. Section des technologies de restauration.


Sites de dragage et analyse des sédiments de fond
Nicolet
Volume – 24 287 m3
Superficie – 27 600 m2
Huiles & graisses non-volatiles – 480.0 mg/L
Résidus volatils totaux – 0.9 mg/kg
Plomb – 52 mg/L
Cadmium – 0.28 ppm
Zinc – 90.4 ppm
Mercure total – 0.01 ppm
Cuivre – 27.0 ppm
Chrome total – 25.0 ppm
Arsenic – 4.6 ppm
Phosphates totaux – 330.0 mg/L
Carbone organique total – 1.64 %
BPC totaux – 0.025 ug/L
Bécancour
Volume – 14 834 m3
Superficie – 20 388 m2
Huiles & graisses non-volatiles – 91.0 mg/L
Résidus volatils totaux – 35 000 mg/kg
Plomb – 12.0 mg/L
Cadmium – 25.0 ppm
Zinc – 77.0 ppm
Mercure total – 0.13 ppm
Cuivre – 32.0 ppm
Chrome total – 47.0 ppm
Arsenic – 3.6 ppm
Phosphates totaux – 815 mg/L
Carbone organique total – 1.39 %
BPC totaux – 0.027 ug/L
Echelle
5 km

SYNTHÈSE DES REJETS TOTAUX DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES - CONCENTRATION ÉLEVÉE DE MÉTAUX LOURDS

Les rejets provenant des industries métallurgiques contiennent principalement des concentrations importantes de métaux lourds. Cette carte est le résultat de l'intégration de la carte illustrant les stations de qualité d'eau révélant une concentration élevée de métaux lourds à la carte des rejets industriels totaux des industries métallurgiques. Seules les zones d'industries rejettant entre 150 000 m^3/an et 85 016 513 m^3/an d'eaux usées ont été retenues.

MÉTHODE : Ce résultat est obtenu par la superposition des deux cartes mentionnées plus haut. Dans la banque de données contenant les informations sur les rejets des industries métallurgiques on a retenues uniquement les SDR qui rejettent entre 150 000 et 85 016 513 m^3/an d'eaux usées (le dernier quantile), les autres sont éliminées.

Les SDR retenues apparaissent en couleur rouge sur cette carte et les stations de qualité d'eau où on a détecté de fortes concentrations (le dernier quantile) de métaux lourds sont localisées par des points de couleur orange.

RÉSULTATS : Dans ce cas également, on retrouve des limites à l'interprétation des résultats. Tout d'abord, les données des deux cartes ne couvrent pas la même période; les données de NAQUADAT ont été prises en 1983-1984 et les données sur les rejets industriels ont été prises en 1986. De plus, les échantillonnages pour la qualité de l'eau se limitent à 77 stations, ce qui révèle un manque de données pour certaines régions.

On peut tout de même observer sur cette carte quelques associations spatiales, même si celles-ci ne peuvent être concluantes. Les stations de qualité d'eau identifiées sur la carte sont concentrées dans deux principales régions, soit celles de Sorel/Tracy et de Bécancour. On peut supposer qu'il y a une relation entre les sites industriels dans ces régions et la teneur élevée en métaux lourds, sachant qu'ils y a d'importantes usines métallurgiques à Bécancour, à Sorel et à Tracy.

SOURCES : Cartes : - Concentration élevée de métaux lourds;
- Industries métallurgiques - rejets totaux (m^3/an).

Synthèse des rejets totaux des industries métallurgiques - concentration élevée de métaux lourds
Légende
Métaux lourds
150 000 – 85 016 513 m³/an
50 km

SYNTHÈSE DES REJETS INDUSTRIELS CHIMIQUES TOTAUX - CONCENTRATION ÉLEVÉES DE MÉTAUX LOURDS ET DE HEXACHLOROCYCLOHEXANE

Les rejets provenant de l'industrie chimique peuvent contenir des substances chimiques en vrac comme le dioxyde de titane, l'hexachlorocyclohexane, des BPC, de phénols, du chlorure de vinyle. Les rejets peuvent également contenir des composés organiques et inorganiques ainsi que des métaux lourds.

Cette carte présente la synthèse obtenue en combinant la carte démontrant les rejets industriels chimiques totaux avec les cartes révélant les stations de qualité de l'eau qui ont des concentrations élevées associées à ce type d'industrie, soit les métaux lourds ou l'hexachlorocyclohexane.

MÉTHODE : On a superposé les deux cartes illustrant les stations de qualité de l'eau à la carte des rejets industriels chimiques totaux selon les subdivisions de recensement. Seulement les rejets compris entre 350 000 et 26 879 909 m^3/an sont retenus, ce qui correspond à la classe de rejets la plus importante de cette carte (le dernier quantile).

Les stations de qualité d'eau dont les concentrations sont élevées en métaux lourds sont identifiées sur cette carte par des points de couleur orange et celles des hexachlorocyclohexanes sont présentées par des cercles de couleur verte. Les plages de couleur rouge indiquent les SDR ayant des zones de rejets importants d'industries chimiques.

RÉSULTATS : On retrouve sur cette carte les mêmes limites à l'interprétation des résultats que pour la carte précédente soit, la différence entre les périodes de prise de données et la distribution de stations d'échantillonnage. C'est pourquoi on ne peut pas vraiment déterminer si l'industrie chimique joue un rôle important quant à l'augmentation des métaux lourds ou de l'hexachlorocyclohexane pour toutes les stations de qualité d'eau identifiées sur la carte. Toutefois, trois régions semblent influencer certaines stations, soit, la région de Pointe-aux-Trembles, de Salaberry-de-Valleyfield et de Sorel.

SOURCES : Cartes :
- Industries chimiques - rejets totaux (m^3/an);
- Concentration élevée de hexachlorocyclohexane (alpha et gamma);
- Concentration élevée de métaux lourds.

Synthèse des rejets industriels chimiques totaux - concentrations élevées de métaux lourds et de hexachlorocyclohexane
Légende
Métaux lourds
Hexachlorocyclohexane
330 000 - 26 879 909 m³/an
100 km

SYNTHÈSE DES REJETS INDUSTRIELS TOTAUX - ASPECT DÉGRADATION VISUELLE DE LA QUALITÉ DE L'EAU

On associe souvent la pollution de l'eau par les industries avec la perte de l'esthétique de certains plans d'eau. Effectivement, plusieurs types d'industries, que se soit au niveau des pâtes et papiers, des mines ou de l'agro-alimentaire, contribuent par leurs rejets à diminuer la qualité visuelle de l'eau. Dans le cas présent, l'aspect dégradation visuelle de la qualité de l'eau nous est donné par des paramètres physiques tels que la couleur de l'eau, la turbidité ou les résidus non filtrés.

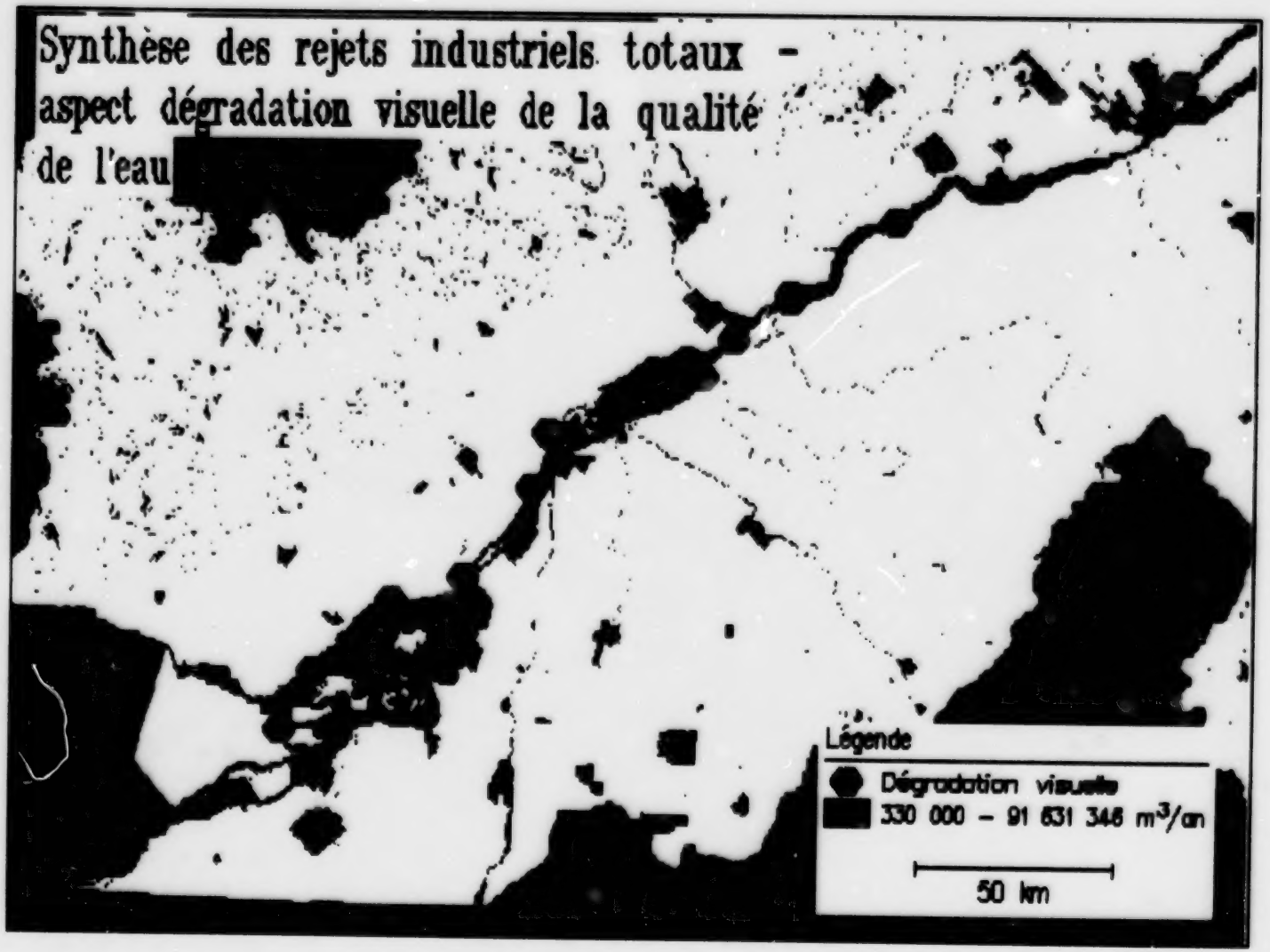
La synthèse de ces rejets est obtenue par l'assemblage des cartes des rejets industriels totaux avec l'aspect dégradation visuelle de la qualité de l'eau. De cette façon, on peut préciser quels sont les endroits où la qualité visuelle de l'eau est la plus affectée par les rejets des industries.

MÉTHODE : Comme pour les cartes antérieures, ce résultat a été obtenu en superposant les cartes mentionnées ci-haut sur la carte de base.

Les points de couleur orange montrent les stations de qualité d'eau qui dénotent une dégradation au niveau visuel de la qualité de l'eau (le dernier quantile) et les zones en rouge délimitent les SDR ayant des industries rejettant de 330 000 à 91 631 346 m^3/an d'eaux usées (le dernier quantile).

RÉSULTATS : Il est à noter que, pour ce cas, les commentaires qui suivent, décrivant les résultats de la carte, ne peuvent être considérés comme concluants. Les données ne recouvrent pas la même période de temps et les stations d'échantillonnage ne sont pas assez nombreuses pour les principales zones d'industries qui semblent, selon les résultats des stations de qualité d'eau, affecter potentiellement l'aspect visuel ou l'esthétique de l'eau. Il y a quatre principales zones; la première zone englobe Beauharnois et le lac des Deux-Montagnes, la seconde zone est dans la région de Sorel-Tracy; la troisième zone est près de Trois-Rivières, et la dernière zone englobe la Région de Québec et Lévis.

SOURCES : Cartes :
- Industries - Rejets totaux (m^3/an);
- Aspect dégradation visuelle de l'eau (turbidité, couleur, résidus non-filtrés).


Synthèse des rejets industriels totaux -
aspect dégradation visuelle de la qualité
de l'eau
Légende
Dégradation visuelle
330 000 – 91 631 346 m3/an
50 km

PRINCIPALES CHARGES DE REJETS RIVERAINS INDUSTRIELS ET LES MILIEUX HUMIDES EN BORDURE DU SAINT-LAURENT

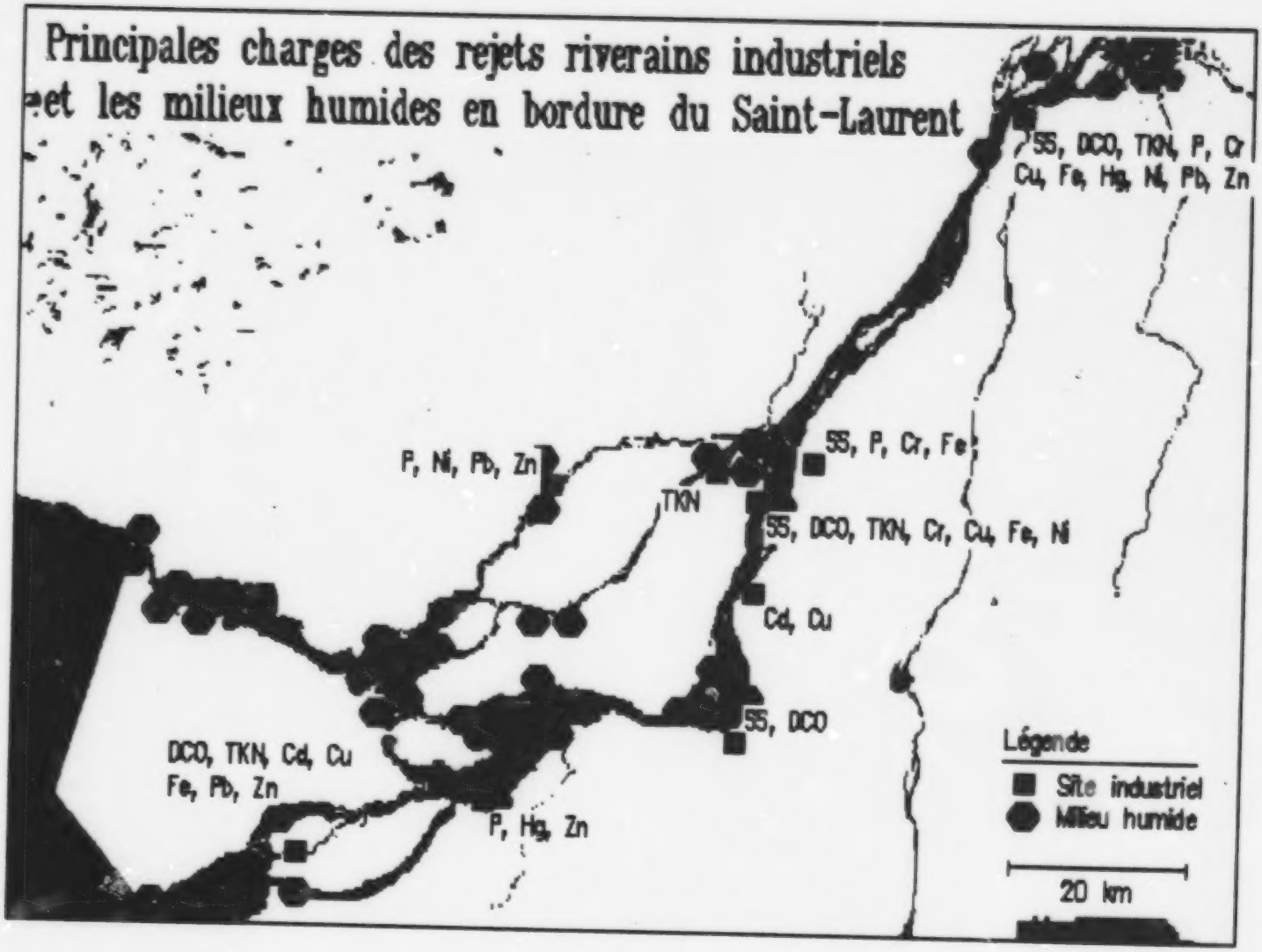
Etant donné la fragilité des milieux humides et l'importance de les conserver intacts le long du fleuve, nous avons intégré la carte des milieux humides en bordure du Saint-Laurent à la carte des principales charges des rejets riverains.

De cette façon, nous pouvons visualiser (en vert) les principaux sites de milieux humides qui sont potentiellement à risque. On peut également observer quelle est la nature des polluants, grâce à l'inscription des composantes des rejets industriels pour chaque site.

MÉTHODE : On obtient ce résultat en superposant la carte des principales charges des rejets industriels à la carte des milieux humides.

RÉSULTATS : La principale limite à l'interprétation est la non-conformité temporelle des banques de données employées pour ces cartes. En effet, les données concernant les rejets riverains industriels datent de 1976-1977, tandis que les données sur les milieux humides ont été prises en 1988. Les deux banques de données sont alors incompatibles. Les principaux sites de milieux humides pouvant être affectés par les rejets riverains industriels sont ceux des secteurs de Beauharnois, de Varennes, de Montréal, de Pointe-aux-Trembles et de Rosemère. Les rejets provenant de ces sites industriels sont, entre autres, le phosphore, le plomb, le mercure, le zinc et le nickel.

SOURCES : Cartes : - Milieux humides en bordure du fleuve;
- Principales charges des rejets riverains industriels.


Principales charges des rejets riverains industriels
et les milieux humides en bordure du Saint-Laurent
SS, DCO, TKN, P, Cr
Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn
P, Ni, Pb, Zn
TKN
SS, P, Cr, Fe
SS, DCO, TKN, Cr, Cu, Fe, Ni
Cd, Cu
SS, DCO
DCO, TKN, Cd, Cu
Fe, Pb, Zn
P, Hg, Zn
Légende
Site industriel
Milieu humide
20 km

PRINCIPALES CHARGES DES REJETS RIVERAINS INDUSTRIELS ET LIEUX DES FRAYÈRES

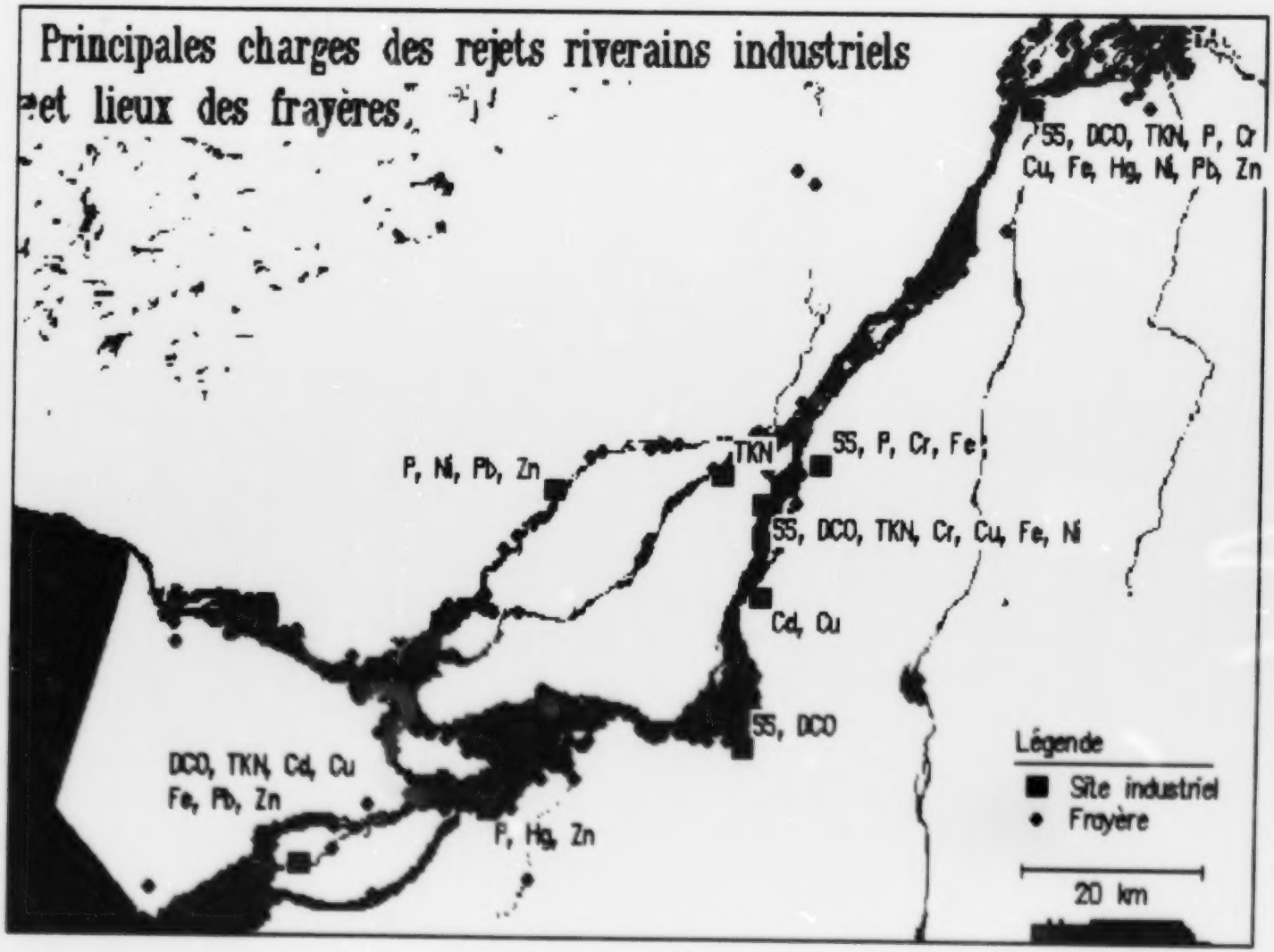
Tout comme pour les milieux humides en bordure du fleuve, les aires de frai ont été combinées avec les principaux sites industriels de la région de Montréal. D'après les charges contenues dans ces rejets, on peut ainsi localiser les frayères ayant un potentiel plus élevé d'agression par les industries.

Sur cette carte, les frayères sont identifiées en couleur orange et les carrés de couleur rouge représentent les sites industriels importants. Les composantes des rejets sont inscrites pour chaque site d'industries.

MÉTHODE : La carte des principales charges des rejets riverains industriels a donc été combinée à la carte des frayères afin de visualiser les associations spatiales.

RÉSULTATS : Les frayères susceptibles d'être les plus affectées par les rejets industriels se localisent dans les régions de Beauharnois, de Candiac, de Montréal (Rivière des Prairies) et de Pointe-aux-Trembles. Dans ce cas également les résultats ne peuvent pas être considérés comme concluants car l'aspect temporel des données était incompatible.

SOURCES : Cartes :
- Principales charges des rejets riverains industriels;
- Frayère.


Principales charges des rejets riverains industriels
et lieux des frayères
SS, DCO, TKN, P, Cr
Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn
P, Ni, Pb, Zn
TKN
SS, P, Cr, Fe
SS, DCO, TKN, Cr, Cu, Fe, Ni
Cd, Cu
SS, DCO
DCO, TKN, Cd, Cu
Fe, Pb, Zn
P, Hg, Zn
Légende
Site industriel
Frayère
20 km

PRINCIPALES CHARGES DES REJETS RIVERAINS INDUSTRIELS ET LIEUX DES HÉRONNIÈRES

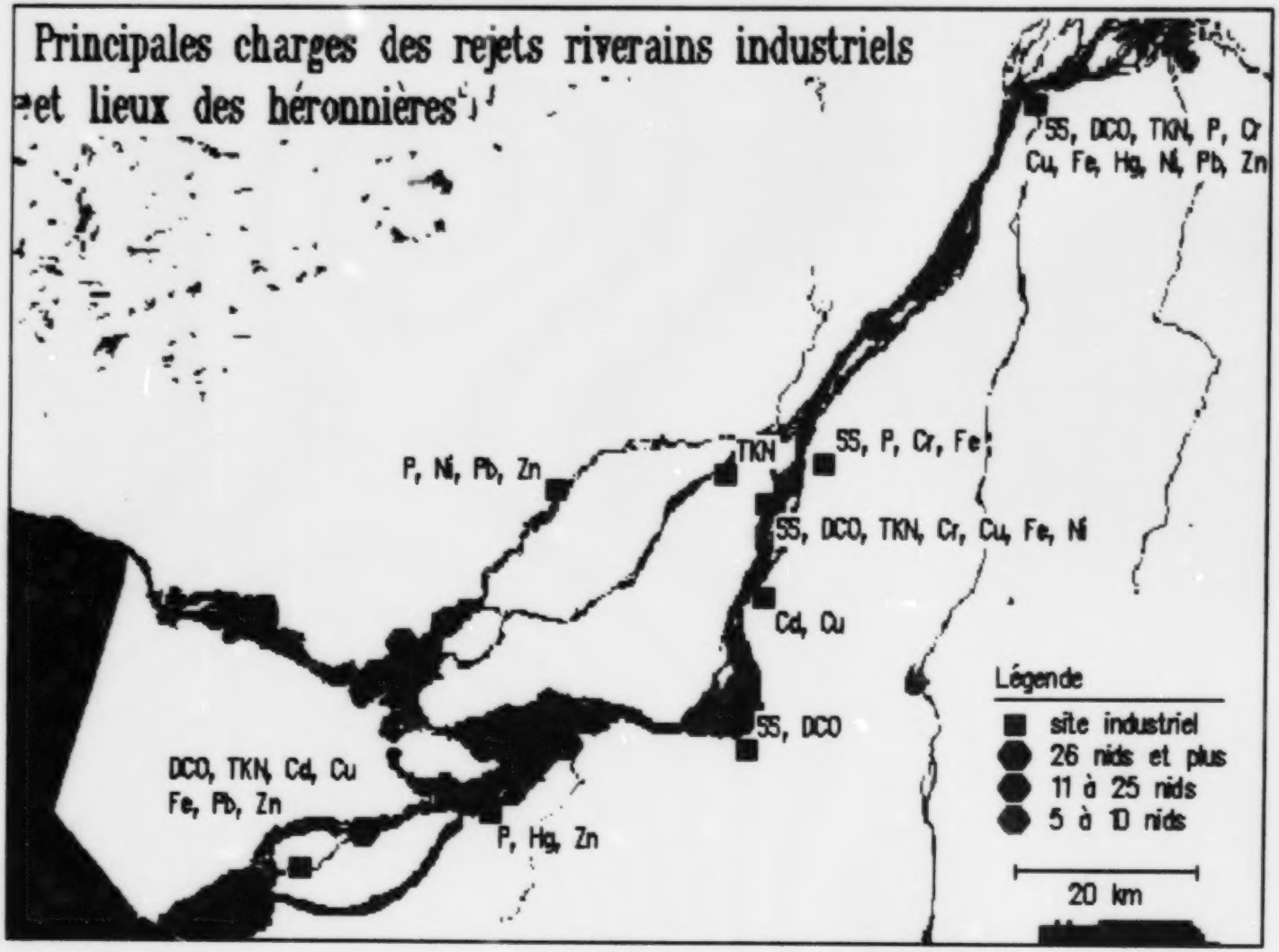
Les héronnières sont peu nombreuses à l'intérieur de notre zone d'étude. Elles constituent néanmoins un type de ressources naturelles importantes pour le fleuve. C'est pourquoi la carte représentant les principales charges des rejets riverains industriels a été combinée à la carte indiquant les lieux des héronnières afin d'identifier celles qui peuvent être le plus menacées par ce type d'activité.

Les sites industriels accompagnés des composantes qu'ils rejettent, apparaissent en brun sur la carte, tandis que les frayères sont localisées par des points de couleur rouge, orange ou jaune, selon leur importance.

MÉTHODES : Le même procédé employé pour créer les deux cartes précédentes à été utilisé pour celle-ci. Il suffit de superposer la carte des principales charges des rejets riverains industriels à celle illustrant les lieux des frayères.

RÉSULTATS : Aucun des sites industriels localisés sur cette carte n'est situé près des héronnières. Ceci ne signifie pas qu'elles soient hors de danger, car elles peuvent quand même être soumises à différentes sources de pollution diffuses. Toutefois, ils est important de mentionner que ces résultats ne sont pas significatifs à cause de l'incompatibilité entre les dates des deux sources de données.

SOURCES : Cartes :
- Principales charges des rejets riverains industriels;
- Héronnière.


Principales charges des rejets riverains industriels
et lieux des héronnières
SS, DCO, TKN, P, Cr
Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn
P, Ni, Pb, Zn
TKN
SS, P, Cr, Fe
SS, DCO, TKN, Cr, Cu, Fe, Ni
Cd, Cu
SS, DCO
DCO, TKN, Cd, Cu
Fe, Pb, Zn
P, Hg, Zn
Légende
site industriel
26 nids et plus
11 à 25 nids
5 à 10 nids
20 km

VALEURS ANORMALEMENT ÉLEVÉES EN Hg ET Pb DES SÉDIMENTS DE FOND ET LIEUX DES FRAYÈRES

On peut détecter la présence de métaux lourds dans le milieu aquatique, soit dans les sédiments, dans les poissons, dans les plantes et dans les mollusques. Le degré de contamination varie selon le niveau trophique et le métal considéré.

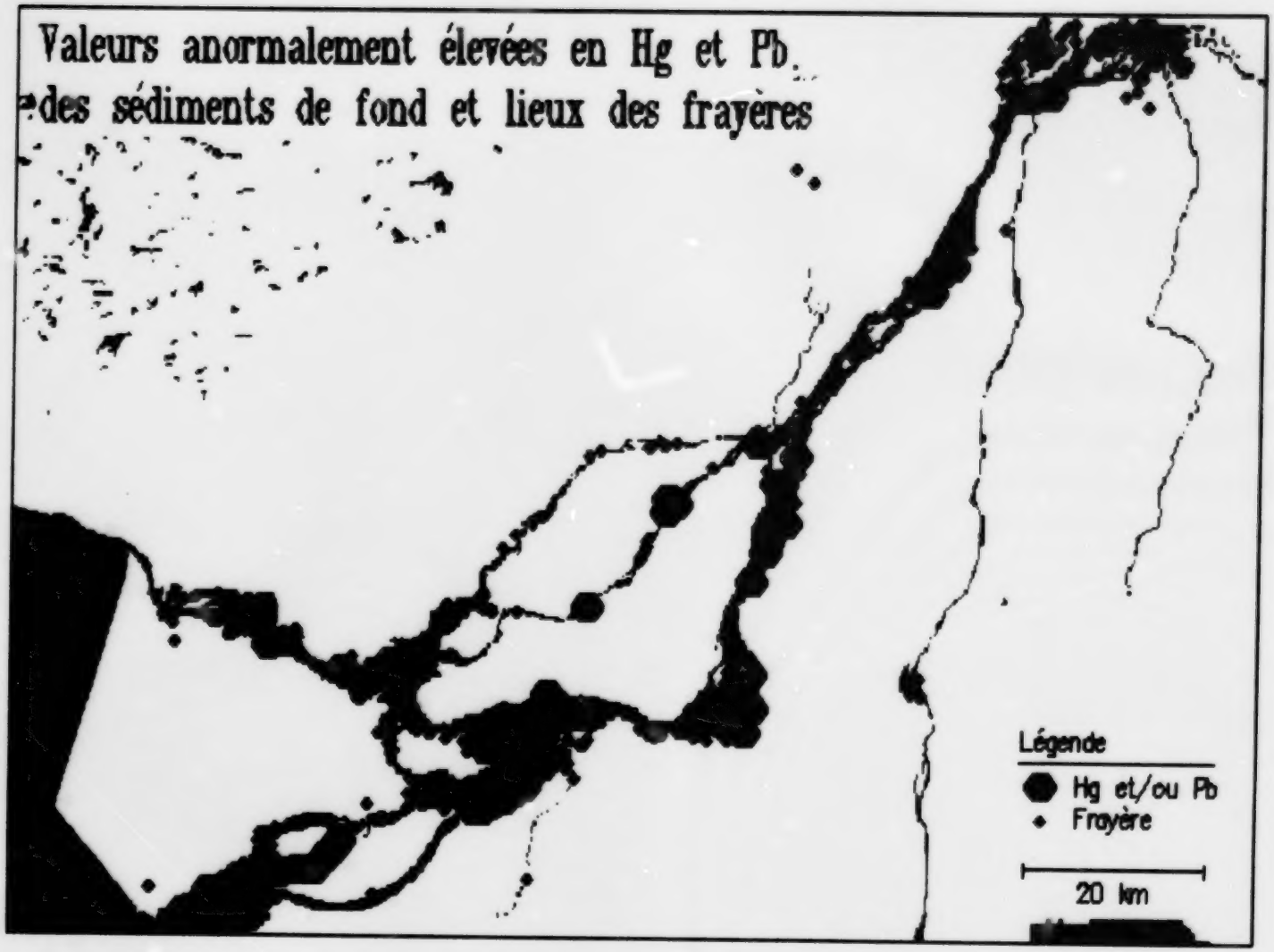
Lorsqu'il y a une présence importante de mercure et de plomb, se sont les poissons benthophages qui sont le plus affectés par cette contamination. Nous avons donc combiné la carte démontrant les aires de frai avec la carte des valeurs des sédiments de fond anormalement élevées en mercure et plomb, afin de déterminer les endroits les plus susceptibles de menacer ce milieu naturel et plus particulièrement les poissons.

MÉTHODE : Pour réaliser cette carte, nous avons superposé la carte des frayères sur la carte présentant les valeurs anormalement élevées en mercure et en plomb des sédiments de fond.

RÉSULTATS : Les frayères sont nombreuses à l'intérieur de notre région d'étude et combinées à la carte illustrant les valeurs anormalement élevées en mercure et/ou en plomb, on peut remarquer que plusieurs d'entre elles peuvent être affectées par ces métaux. Cependant, les résultats ne peuvent pas être concluants, car les deux sources de données ne couvrent pas les mêmes années.

Les zones les plus critiques d'après cette carte, se situent principalement dans le lac Saint-Louis, dans la région allant de Candiac à Varennes et dans la région de Beauharnois.

SOURCES : Cartes :
- Frayère
- Valeurs anormalement élevées en Hg et Pb des sédiments de fond.


Valeurs anormalement élevées en Hg et Pb
des sédiments de fond et lieux des frayères
Légende
Hg et/ou Pb
Frayère
20 km

QUALITÉ DE LA CHAIR DES POISSONS ET CHARGES DES REJETS RIVERAINS INDUSTRIELS EN Hg ET Pb (kg/jour)

Le plomb et le mercure représentent deux sources importantes de pollution très néfastes pour l'environnement en général et plus précisément pour la faune aquatique. Lorsqu'il y a contamination, on peut détecter la présence de ces métaux lourds dans la chair du poisson.

Pour cette carte, on a intégré pour la région de Montréal les sites industriels les plus polluants et leurs principales charges de rejets riverains à la carte indiquant la qualité de la chair des poissons. Pour chaque site industriel, seules les données relatives au plomb et au mercure y sont indiquées.

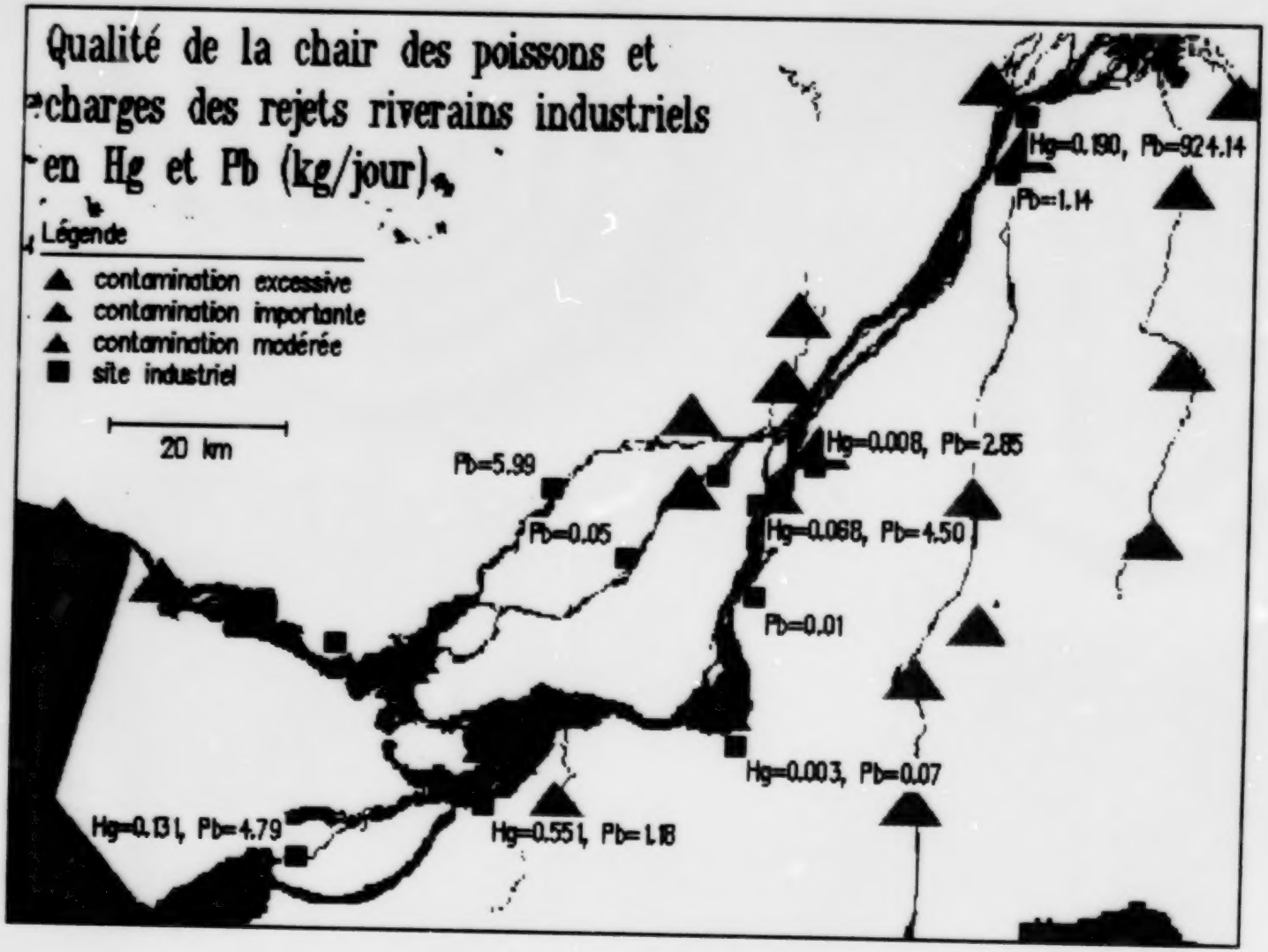
MÉTHODES : L'intégration a été possible en superposant la carte des principales charges de rejets riverains (mercure et plomb seulement) à la carte de la qualité de la chair du poisson. La fenêtre pour la région de Montréal est employée étant donné que les sites industriels importants se concentrent dans cette région.

RÉSULTATS : Pour cette carte, on ne peut établir une relation significative entre la qualité de la chair du poisson et les principales charges des rejets riverains industriels à cause des limites d'interprétation. En effet, pour obtenir ce résultat, on a combiné des données de 1985 avec des données de 1976-1977.

Il n'y a qu'un seul site de la région à l'étude où la contamination de la chair du poisson est excessive (rivière Assomption). Cette contamination ne semble toutefois pas reliée aux rejets des sites industriels localisés sur la carte.

Les sites qui pourraient potentiellement influencer la qualité de la chair du poisson selon l'intégration des deux cartes sont ceux de Salaberry-de-Valleyfield, de Beauharnois, de Candiac, de Montréal, de Boucherville, de Varennes, de Tracy et de Sorel.

SOURCES : Cartes :
- Qualité de la chair du poisson;
- Principales charges des rejets riverains industriels.


Qualité de la chair des poissons et charges des rejets riverains industriels en Hg et Pb (kg/jour)
Légende
contamination excessive
contamination importante
contamination modérée
site industriel
20 km
Hg=0.190, Pb=924.14
Pb=1.14
Hg=0.008, Pb=2.85
Pb=5.99
Pb=0.05
Hg=0.068, Pb=4.50
Pb=0.01
Hg=0.003, Pb=0.07
Hg=0.131, Pb=4.79
Hg=0.551, Pb=1.18

SITES DE DÉCHETS TOXIQUES POUVANT CONTAMINER LES EAUX DU FLEUVE ET POTENTIELLEMENT DANGEREUX POUR LA SANTÉ PUBLIQUE

Cette carte est étroitement liée à la carte illustrant les sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve. Toutefois, seuls les sites se révélant potentiellement dangereux pour la santé publique ont été retenus. Ces sites se concentrent principalement dans la région de Montréal; c'est pourquoi une fenêtre est générée pour cette zone.

MÉTHODE : Se fiant ou rapport d'évaluation des sources de contamination des eaux souterraines à risque potentiel pour la qualité de l'eau du fleuve St-Laurent produit par Environnment Canada, on a localisé les sites ayant un potentiel élevé ou faible de danger pour la santé publique.

La mise en classe est la même que celle employée dans ce rapport.

RÉSULTATS : Quatre sites sont désignés comme ayant un potentiel élevé de danger pour la santé publique, ils se localisent à proximité de Salaberry-de-Valleyfield, de Beauharnois, de Lasalle et de Verchères. On retrouve plusieurs sites potentiellement peu dangereux dans la région de Pointe-aux-Trembles, Montréal et Lachine.

SOURCE : Environnement Canada, Centre Saint-Laurent. 1989. "Évaluation des sources de contamination des eaux souterraines à risque potentiel pour la qualité de l'eau du fleuve St-Laurent ou Québec (rapport d'étape)".

Sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve et potentiellement dangereux pour la santé publique
Légende
Potentiel élevé pour la santé publique
Potentiel faible pour la santé publique
50 km

SITES DE DÉCHETS TOXIQUES POTENTIELLEMENT DANGEREUX POUR LA SANTÉ PUBLIQUE ET LOCALISATION DES MUNICIPALITÉS S'ALIMENTANT EN EAU POTABLE DU FLEUVE

Plusieurs municipalités s'alimentent en eau potable directement à partir du fleuve Saint-Laurent. Sachant que certains sites de déchets toxiques représentent un danger potentiel pour la santé publique et un danger encore plus élevé de contaminer les eaux du fleuve, il est intéressant de savoir si les sites de déchets toxiques en question sont localisés près des municipalités qui tirent leurs eaux du fleuve.

Cette carte présente l'intégration de la carte des sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve et potentiellement dangereux pour la santé publique, à celle illustrant les municipalités s'alimentant en eau potable du fleuve.

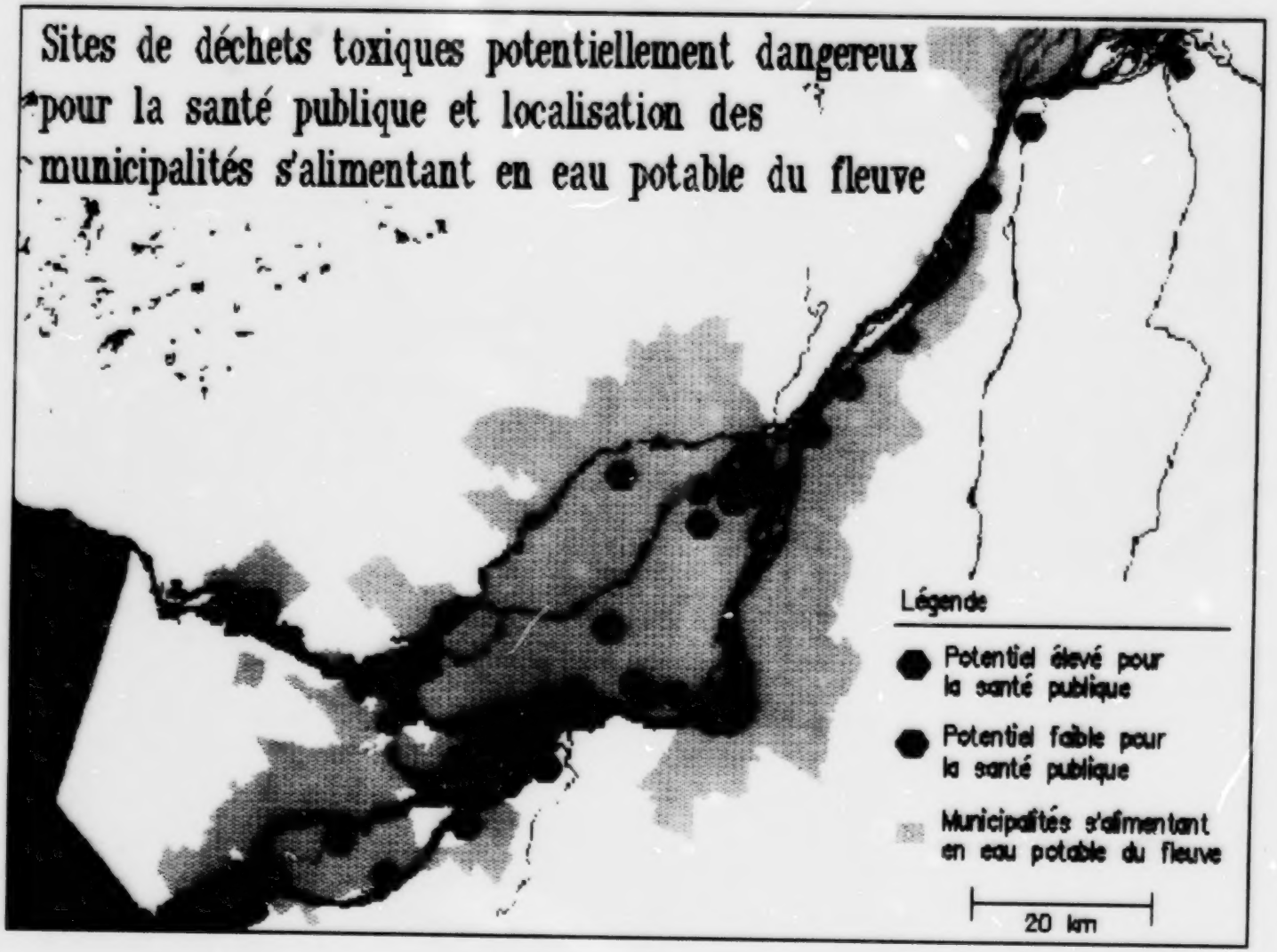
MÉTHODE : On a superposé les deux cartes mentionnées ci-haut de façon à intégrer les deux sources de données.

La plage de couleur verte détermine les municipalités s'approvisionnant en eau via le Saint-Laurent et les zones de couleurs rouge et orange identifient les sites à potentiel élevé ou faible de mise en danger de la santé publique.

RÉSULTATS : Contrairement aux cartes précédentes, il y a peu de limites et l'interprétation peut être considérée comme valable. En effet, les données relatives aux déchets toxiques datent de 1989, et celles concernant les municipalités s'alimentant en eau potable du fleuve, même si elles datent de 1981, sont probablement inchangées en 1989.

Cette carte a comme principal objectif de démontrer qu'elles pourraient être les municipalités affectées si il y avait un déversement accidentel de produits toxiques. La principale lacune de cette représentation est que l'endroit précis des sources d'approvisionnement en eau des municipalités ici illustrées n'est pas indiqué.

SOURCES : Cartes :
- Sites de déchets toxiques pouvant contaminer les eaux du fleuve et potentiellement dangereux pour la santé publique;
- Municipalités s'alimentant en eau potable du fleuve.


Sites de déchets toxiques potentiellement dangereux pour la santé publique et localisation des municipalités s'alimentant en eau potable du fleuve
Légende
Potentiel élevé pour la santé publique
Potentiel faible pour la santé publique
Municipalités s'alimentant en eau potable du fleuve
20 km

QUALITÉ DE LA CHAIR DES POISSONS ET VALEURS ANORMALEMENT ÉLEVÉES EN Hg ET Pb DES SÉDIMENTS DE FOND

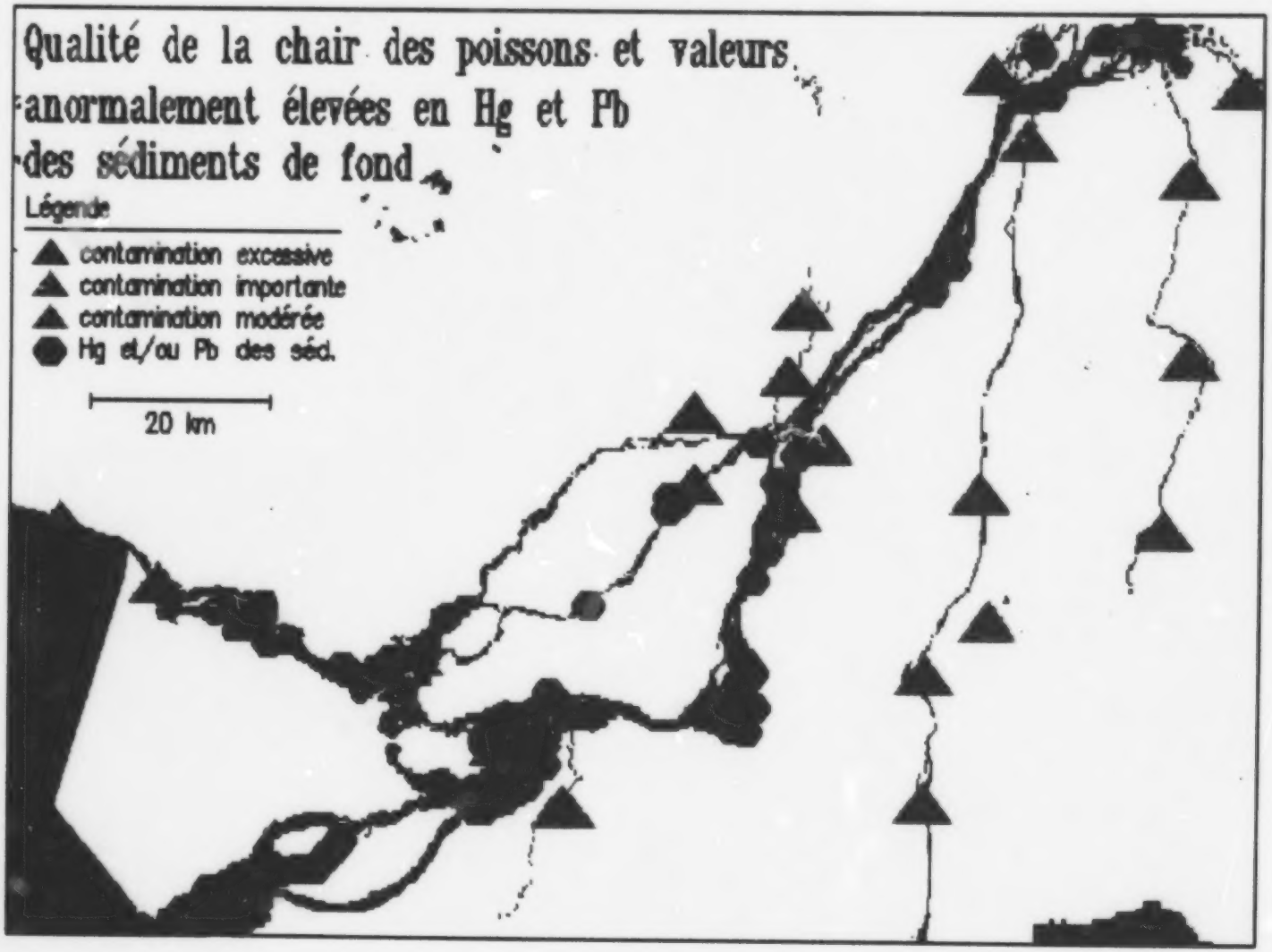
Comme mentionné précédemment, le plomb et le mercure peuvent affecter la qualité de la chair du poisson. Comme pour la carte illustrant la qualité de la chair des poissons et les charges des rejets riverains industriels en mercure et plomb (Kg/jour) et celle indiquant les valeurs anormalement élevées en mercure et plomb des sédiments de fond et les lieux des frayères, cette carte veut démontrer s'il y a relation entre la mauvaise équalité de la chair du poisson à certains endroits et la présence de plomb et/ou de mercure.

MÉTHODE : Pour réaliser cette carte, on a superposé la carte des valeurs anormalement élevées en mercure et plomb des sédiments de fond et la carte de la qualité de la chair du poisson. Les sédiments sont représentés par des points de couleur rouge et la qualité de la chair du poisson nous est indiquée par des triangles variant du jaune au rouge, tout dépendant du degré de contamination de la chair du poisson (de modérée à excessive).

RÉSULTATS : Il semble que l'on peut déterminer une certaine association spatiale entre la concentration élevée de plomb et/ou mercure dans les sédiments de fond et la qualité de la chair du poisson, surtout dans la région de Salaberry-de-Valleyfield, des lacs Saint-Louis et des Deux-Montagnes, de Rivière des Prairies et de Sorel.

Un seul point dans la région d'étude indique une contamination excessive de la chair du poisson; il se situe dans la rivière Assomption. Toutefois, on ne peut associer cette contamination comme étant le résultat de la teneur élevée en plomb et mercure des sédiments, parce qu'il y a un manque de données pour ce secteur. Il est à noter toutefois que les données intégrées ne couvrent pas la même période de temps (1985, pour les poissons et 1989, pour les sédiments).

SOURCES : Cartes :
- Qualité de la chair du poisson;
- Valeurs anormalement élevées en mercure et en plomb des sédiments de fond.


Qualité de la chair des poissons et valeurs anormalement élevées en Hg et Pb des sédiments de fond
Légende
contamination excessive
contamination importante
contamination modérée
Hg et/ou Pb des séd.
20 km

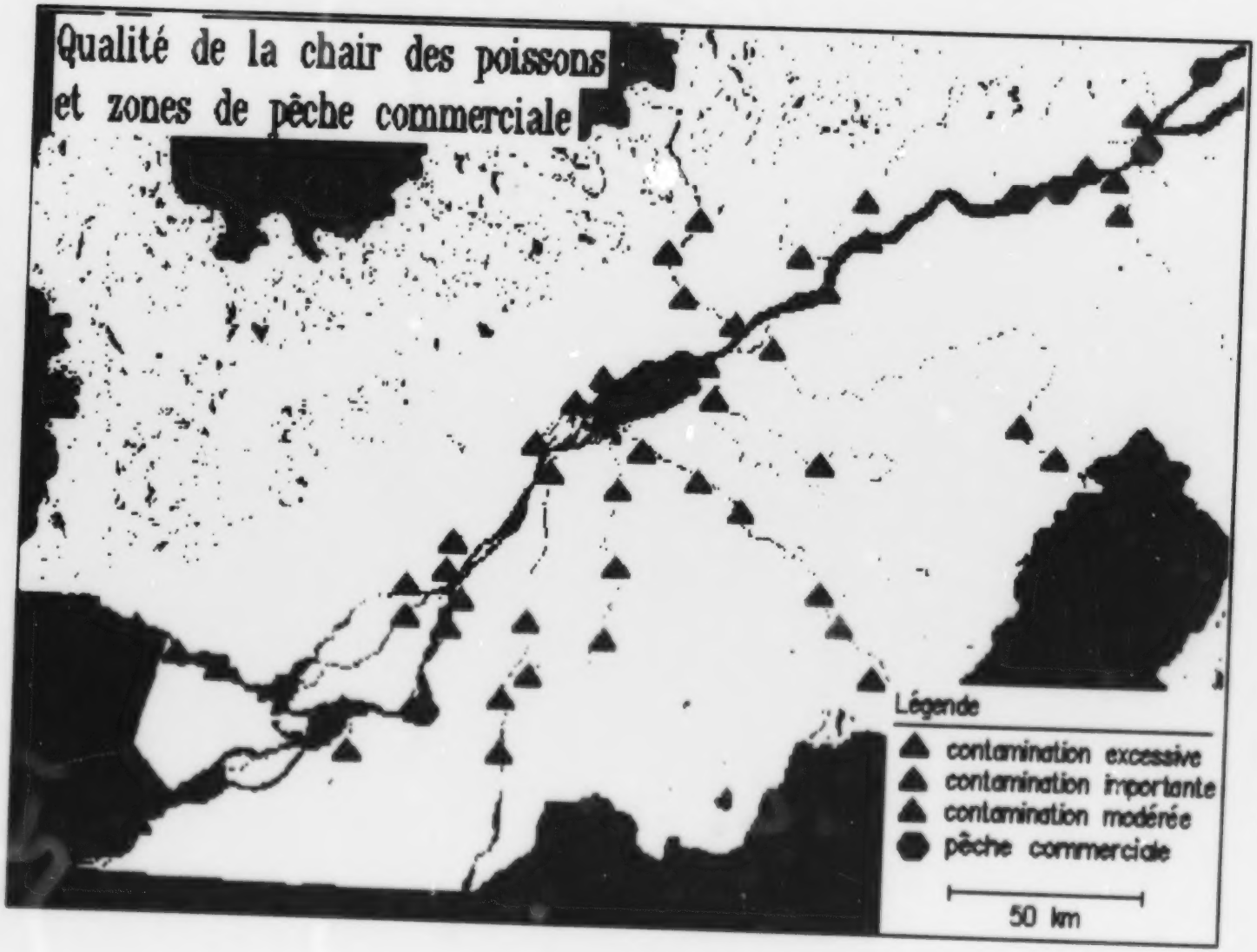
QUALITÉ DE LA CHAIR DES POISSONS ET ZONES DE PÊCHE COMMERCIALE

Le principal objectif de cette carte est de démontrer s'il y a contamination importante de la chair du poisson dans les endroits reconnus comme étant des zones de pêche commerciale.

MÉTHODE : Pour ce faire, on a superposé la carte illustrant les zones de pêche commerciale à la carte de la qualité de la chair du poisson. Les zones de pêche commerciale sont identifiées en vert et la qualité de la chair du poisson nous est indiquée par des triangles variants du jaune au rouge, selon le degré de contamination de la chair du poisson (de modérée à excessive).

RÉSULTATS : Même si les sources de données ne couvrent pas les mêmes années, on peut tout de même observer que, pour toutes les zones de pêche commerciale identifiées sur la carte, la qualité de la chair du poisson que l'on retrouve près des sites est considérée comme étant contaminée de façon modérée.

SOURCES : Cartes :
- Qualité de la chair du poisson;
- Zones de pêche commerciale.


Qualité de la chair des poissons
et zones de pêche commerciale
Légende
contamination excessive
contamination importante
contamination modérée
pêche commerciale
50 km

SYNTHÈSE SECTORIELLE DES STRESS ET DES EFFETS POTENTIELS DES ACTIVITÉS AGRICOLES

Les cartes illustrant la synthèse des stress potentiels des activités agricoles et l'index des effets potentiels agricoles sont combinées afin d'obtenir le présent résultat.

La pollution engendrée par l'agriculture est de type diffuse; c'est pourquoi les meilleurs indicateurs des effets provenant de ce type d'activité demeurent les stations de qualité d'eau. Celles dont les échantillons soumis aux analyses révélaient de fortes concentrations de nitrite-nitrate, d'azote, de carbone et de phosphore sont indiquées par des points de couleur rouge.

Des plages de couleur rouge, orange et verte indiquent les types de stress potentiel produits par l'agriculture.

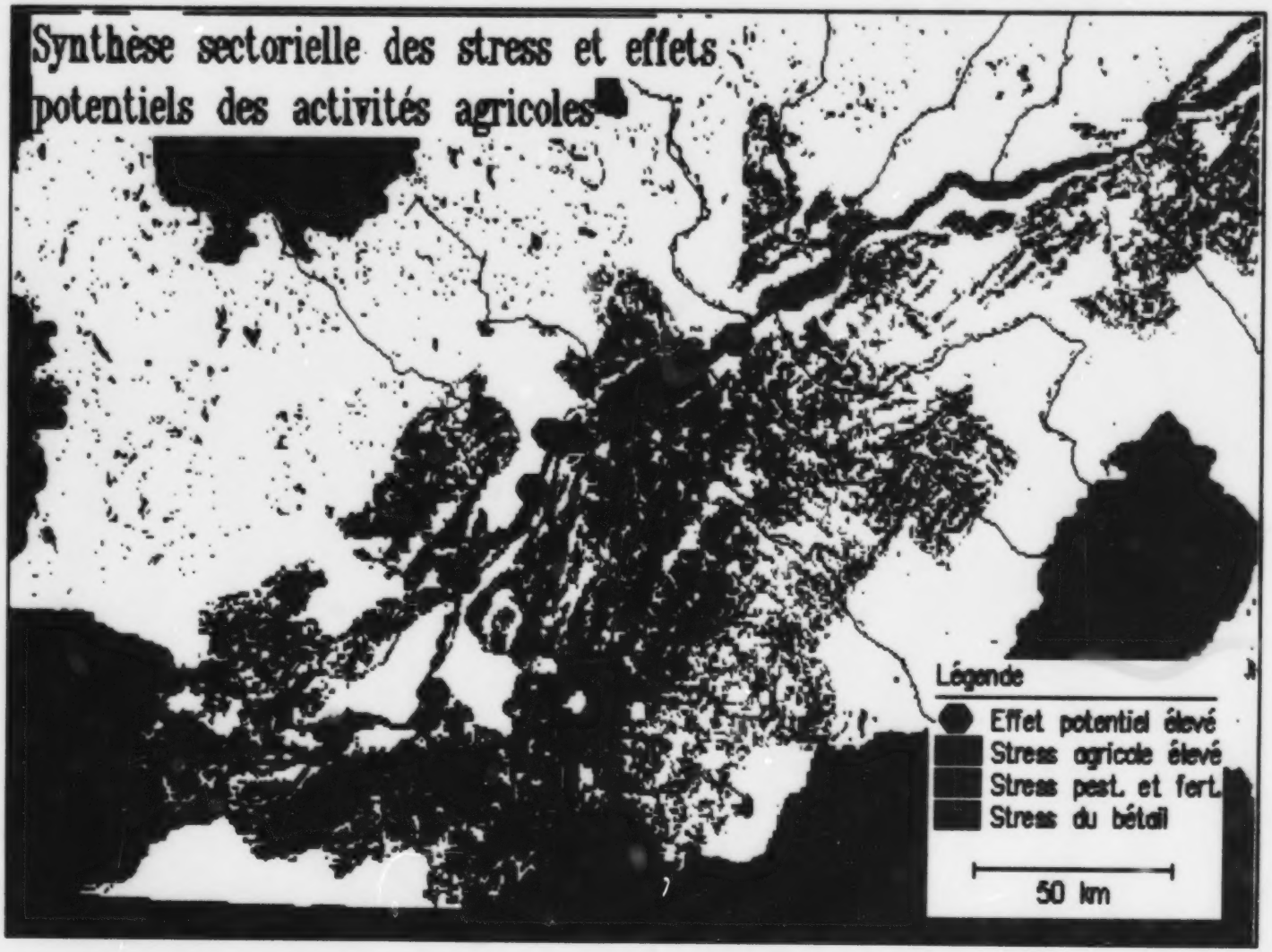
MÉTHODE : Dans ce cas également, le résultat provient de la superposition des deux cartes énumérées précédemment, juxtaposant ainsi les stress et les effets potentiels agricoles.

RÉSULTATS : Comme pour la carte précédente, l'intégration des stress et effets potentiels agricoles s'est effectuée dans le but d'en démontrer les associations spatiales. On peut aussi vérifier les hypothèses de départ sur ses associations spatiales et tenter de prédire les conditions environnementales futures.

Il faut tout de même prendre en considération les limites de l'interprétation, tel les que les données incompatibles et les modes d'échantillonnage différents. Il est assez difficile d'établir une relation stress/effets, étant donné le manque d'échantillonnage dans certains emplacements stratégiques comme le lac Saint-Pierre par exemple. Des stations de qualité d'eau permettraient de mieux évaluer l'apport de polluants provenant des rivières Yamaska et Saint-François.

Deux zones semblent tout de même indiquer une relation entre les stress et les effets agricoles. Elles se localisent à l'embouchure des rivières Assomption et Richelieu. Qu'il y ait association spatiale ou non, une carte comme celle-ci est nécessaire afin de synthétiser les données illustrant les stress et effets des activités agricoles.

SOURCES : Cartes : - Synthèse des stress potentiels agricoles;
- Index des effets potentiels agricoles.


Synthèse sectorielle des stress et effets potentiels des activités agricoles
Légende
Effet potentiel élevé
Stress agricole élevé
Stress pest. et fert.
Stress du bétail
50 km

SYNTHÈSE DES STRESS ET DES EFFETS POTENTIELS URBAINS

Cette synthèse résulte de la superposition des deux cartes suivantes :

1. Index des stress potentiels urbains;
2. Index des effets potentiels urbains.

Le but d'une telle carte est de déterminer s'il y a des associations spatiales entre les stress potentiels provenant des activités urbaines et les effets observables de ces mêmes activités. Le résultat des associations permet de vérifier les hypothèses de départ et de prédire les conditions environnementales futures.

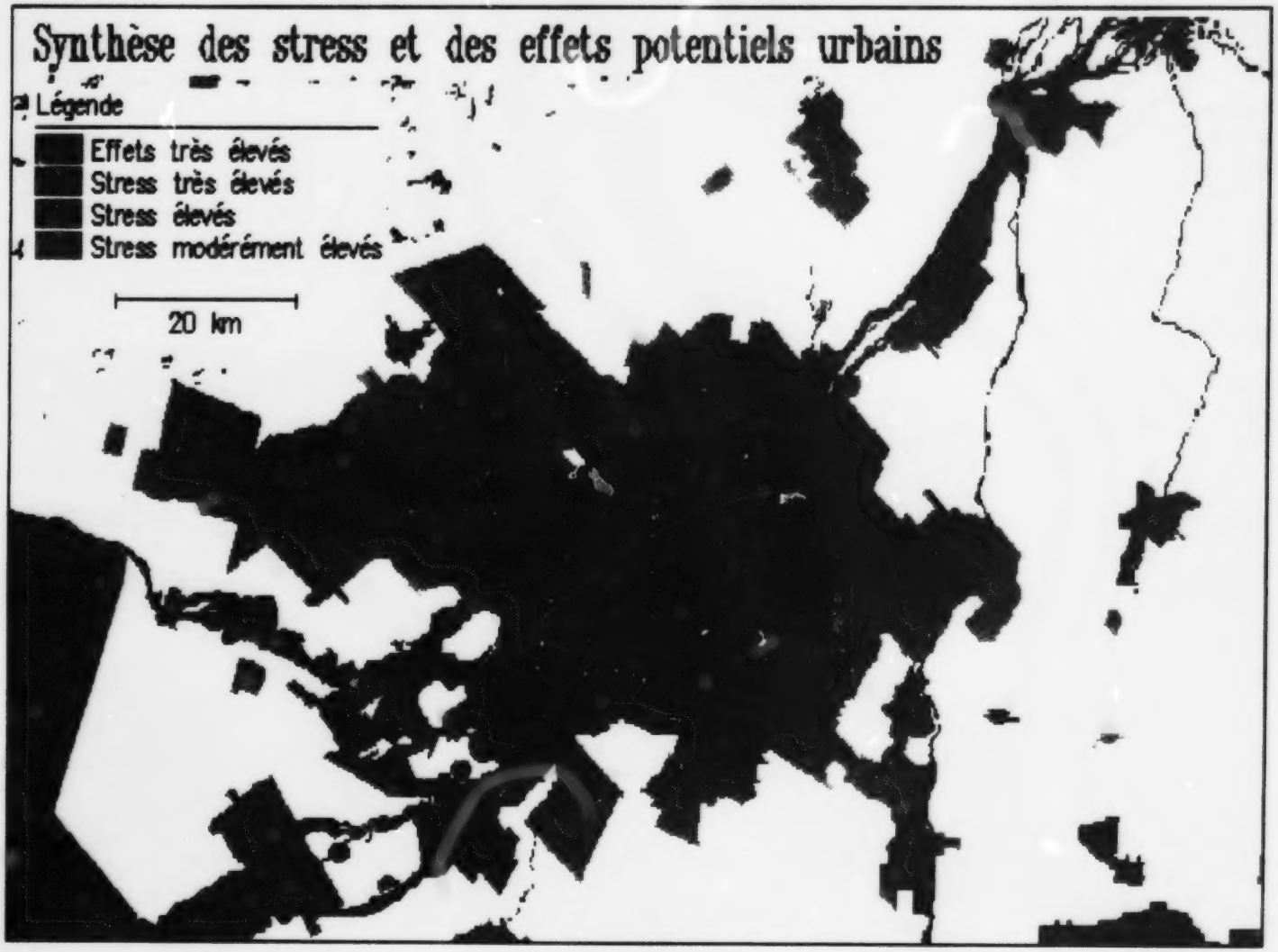
Comme mentionné pour la carte précédente, les données concernant les stress urbains sont zonales ou ponctuelles. Les données spatiales se révèlent moins précises car, selon la classification, la même valeur doit être attribuée à toute la zone (municipalité), sans pour cela indiquer la source réelle du stress. Les données ponctuelles des effets indiquent directement la source du stress.

MÉTHODE : On superpose les deux cartes mentionnées antérieurement pour identifier les zones de grand stress qui font face aux zones indiquant des effets importants produits par l'urbanisation.

RÉSULTATS : Le principal objectif quant à la réalisation d'une telle carte était d'intégrer sur une même carte tous les indicateurs de stress et d'effets potentiels urbains afin d'avoir une vue d'ensemble des problèmes causés par l'urbanisation. L'approche intersectorielle, comparativement à une approche secteur par secteur, permet d'identifier beaucoup plus rapidement et aisément les associations spatiales ou les zones prioritaires d'interventions.

On doit toutefois mentionner que les résultats qui apparaîssent sur cette carte ne peuvent pas être considérés comme concluants à cause des différences entre les modes d'échantillonnage et de l'intégration de données dont les dates étaient incompatibles. On distingue clairement quatre zones où une association spatiale entre les stress potentiels et les effets potentiels urbains élevés parraît évidente. Pour les quatre zones, on peut remarquer une concentration très élevée de stress urbains produit sur l'environnement, ce qui conduit directement à une zone où les effets sont observables sur le milieu aquatique. Les quatre zones se localisent dans la région de Salaberry-de-Valleyfield, de Beauharnois, de Pointe-aux-Trembles et Sorel.

SOURCES : Cartes : - Index des stress potentiels urbains;
- Index des effets potentiels urbains.


Synthèse des stress et des effets potentiels urbains
Légende
Effets très élevés
Stress très élevés
Stress élevés
Stress modérément élevés
20 km

SYNTHÈSE DES STRESS POTENTIELS DES ACTIVITÉS AGRICOLES ET LIEUX DE CONCENTRATION ÉLEVÉE DE RESSOURCES NATURELLES

La synthèse est obtenue par la combinaison des cartes suivantes:

1. Synthèse des stress potentiels agricoles;
2. Index des ressources naturelles.

Cette carte a comme principal objectif de déterminer quelles sont les zones de ressources naturelles à risque.

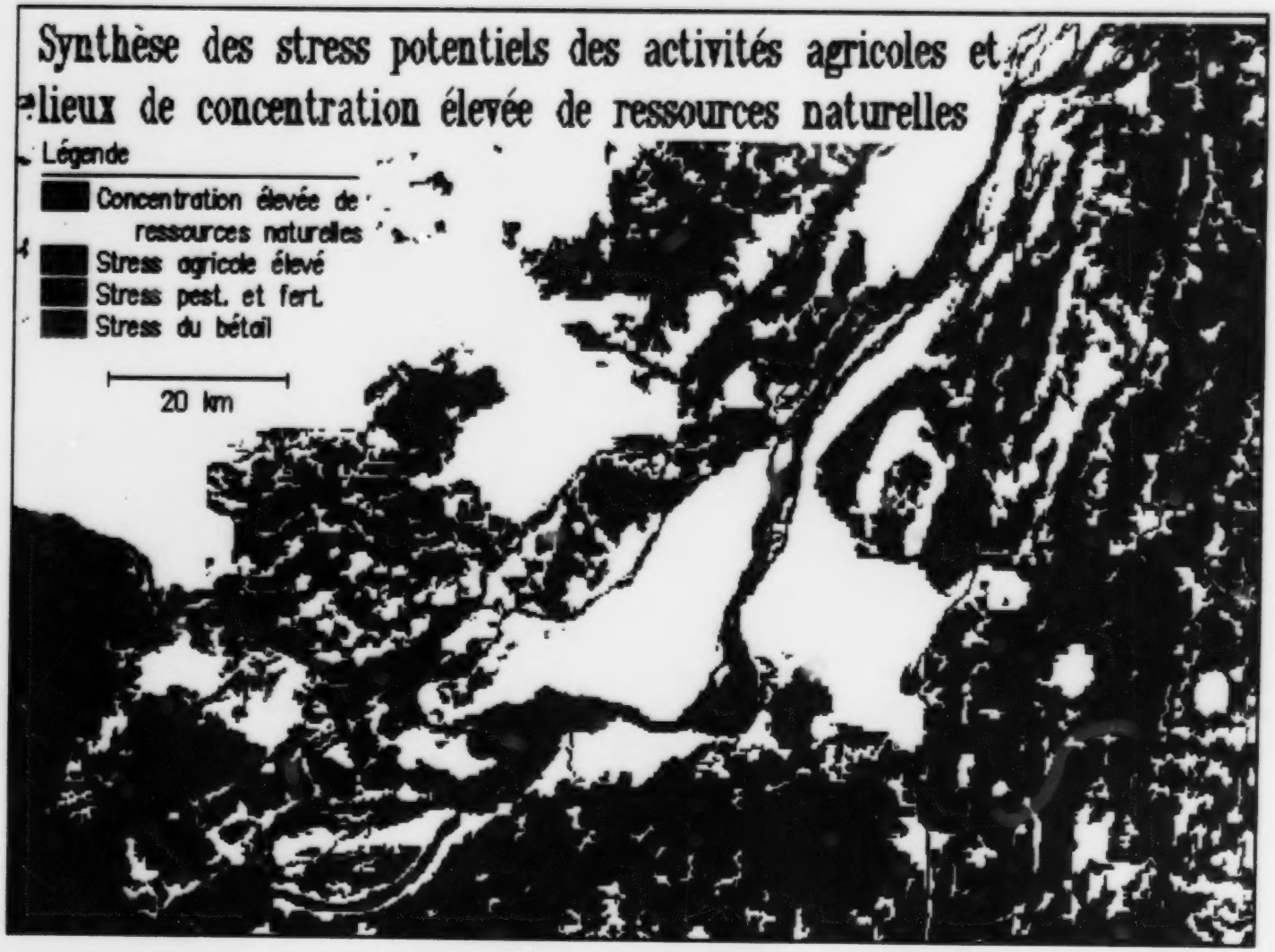
MÉTHODE : On superpose les deux cartes mentionnées plus haut pour obtenir le présent résultat. De cette façon, on peut identifier les zones de stress qui peuvent exercer des pressions sur les ressources naturelles.

A cause du manque de données pour l'ensemble du territoire à l'étude concernant les ressources naturelles, une fenêtre est établie pour la région de Montréal.

RÉSULTATS : Contrairement à la carte synthèse des stress potentiels urbains et lieux de concentration de ressources naturelles, les associations spatiales dans ce cas, sont plus difficiles à relever.

On peut observer deux zones de concentration élevée de ressources naturelles soit, dans le lac des Deux-Montagnes et dans la région de Longueuil. Pour ces deux endroits, les ressources naturelles subissent des stress importants reliés à l'emplois de pesticides et de fertilisants. Pour cette carte également, il faut tenir compte de l'incompatibilité des données et de l'échantillonnage qui fausse l'interprétation des résultats.

SOURCES : Cartes :
- Synthèse des stress potentiels agricoles;
- Index des ressources naturelles.


Synthèse des stress potentiels des activités agricoles et
lieux de concentration élevée de ressources naturelles
Légende
Concentration élevée de ressources naturelles
Stress agricole élevé
Stress pest. et fert.
Stress du bétail
20 km

SYNTHÈSE DES STRESS POTENTIELS URBAINS ET LIEUX DE CONCENTRATION ÉLEVÉE DE RESSOURCES NATURELLES

Cette carte synthèse est le résultat de la combinaison de deux index, soit:

1. Index des stress potentiels urbains;
2. Index des ressources naturelles.

L'objectif premier d'une telle carte est de déterminer, par la superposition des deux cartes, quelles sont les zones de ressources naturelles à risque.

Il est à noter qu'il ne s'agit ici que de certaines ressources naturelles aquatiques dont les données étaient disponibles et applicables dans le cadre de cette étude.

Les sources de données servant à illustrer les zones de stress urbain ont deux origines; les données zonales et des données ponctuelles. La superposition de celles-ci nous donne les points critiques spatiaux qui sont présentés par des points de couleur rouge. Les données concernant les ressources naturelles sont uniquement ponctuelles et apparaissent en rouge foncé sur la carte.

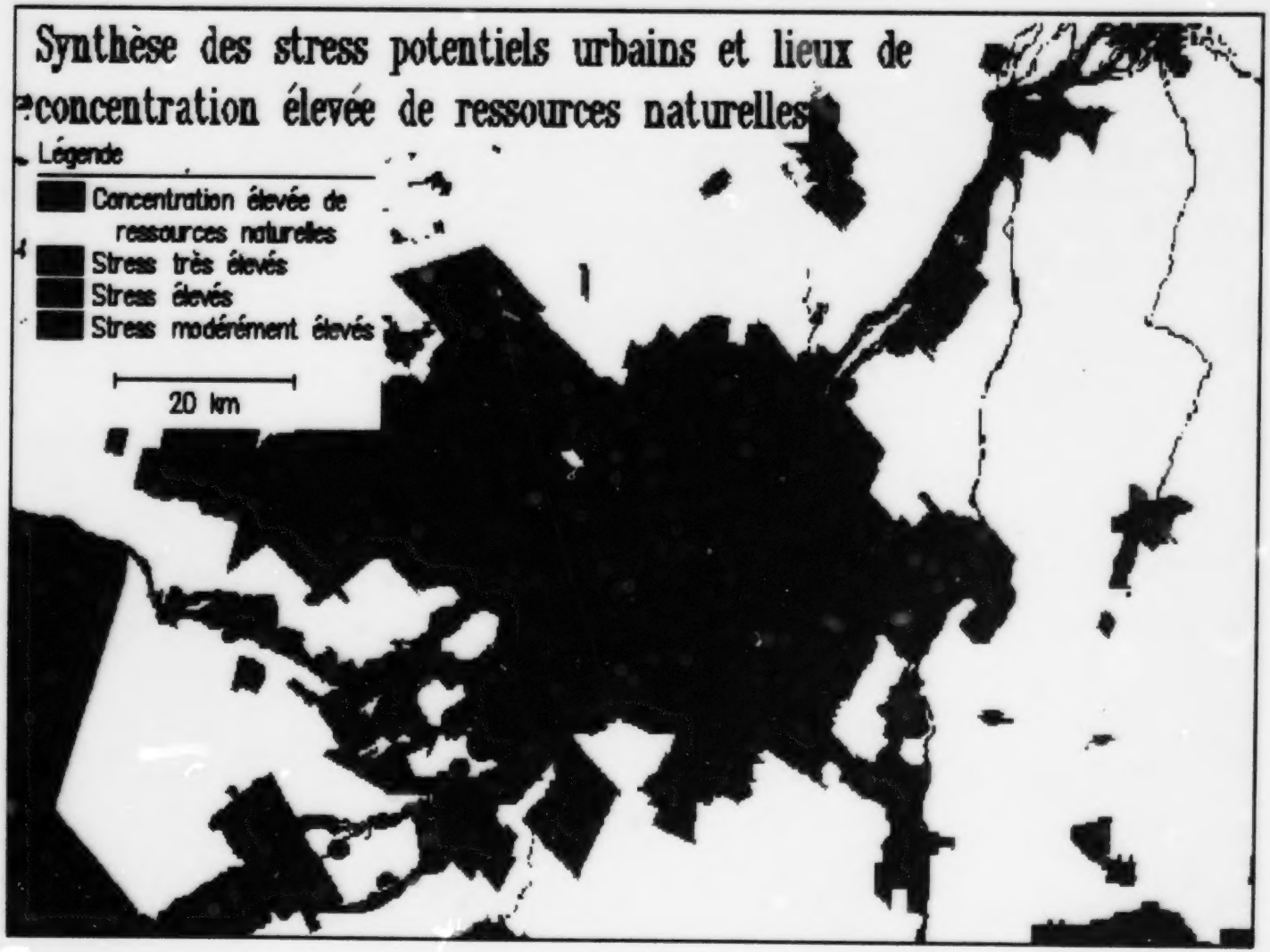
MÉTHODE : Les deux cartes mentionnées plus haut sont superposées l'une à l'autre de manière à pouvoir identifier les principaux stress potentiels urbains que l'on retrouve en milieu terrestre et également, les zones de concentration élevée de ressources naturelles qui, elles, se retrouvent en milieu fluvial.

RÉSULTATS : On peut remarquer que pour la plupart des régions urbaines exerçant un stress important sur l'environnement du fleuve les ressources naturelles sont inexistantes.

Sachant que des municipalités très industrielles comme Salaberry-de-Valleyfield, Beauharnois, Pointe-aux-Trembles et Sorel exercent depuis plusieurs années des agressions constantes sur le milieu aquatique, on peut supposer que les ressources naturelles présentes dans ces secteurs sont sur le point de disparaître.

Par opposition, les zones les plus riches en ressources naturelles, comme la région du lac des Deux-Montagnes, sont celles qui subissent le moins de stress. Il est toutefois important de prendre en considération les limites de l'interprétation; la différence entre les échantillonnages et entre les périodes de prise de données.

SOURCES : Cartes : - Index des stress potentiels urbains;
- Index des ressources naturelles.


Synthèse des stress potentiels urbains et lieux de concentration élevée de ressources naturelles
Légende
Concentration élevée de ressources naturelles
Stress très élevés
Stress élevés
Stress modérément élevés
20 km

4.0 ÉVALUATION

4.1 Discussion des résultats

Il est important de se rappeler, que le but de ce projet est de démontrer l'utilité d'une approche intégrée et intersectorielle, et que les résultats obtenus ne sont pas nécessairement révélateurs, du fait qu'ils sont fondés sur des données disponibles, et dans plusieurs cas inadéquates.

Les quatres cartes synthèses finales de la section 3.4 nous donnent les distributions spatiales de l'ensemble des stress et effets des activités humaines sur les conditions environnementales et les concentrations des ressources naturelles.

Cartes synthèses finales :

- Synthèse des stress et des effets potentiels agricoles;
- Synthèse des stress et effets potentiels urbains;
- Synthèse des stress potentiels des activités agricoles et lieux de concentration élevée de ressources naturelles;
- Synthèse des stress potentiels urbains et lieux de concentration élevée de ressources naturelles.

La valeur ajoutée de ces cartes se situe à deux niveaux :

(1) l'illustration d'une synthèse des concentrations des stress, des effets et des ressources naturelles à partir des données disponibles et;

(2) l'illustration des associations spatiales.

A partir de ces cartes synthèses, il devient intéressant d'observer, d'une perspective intersectorielle, où les pressions (stress) sont les plus élevées par rapport aux concentrations des ressources naturelles et aux conditions environnementales (effets). L'information, illustrée par cette approche, sert à préciser où nos actions/efforts devraient porter.

En comparant la concentration des stress agricoles et/ou urbains élevés et la distribution des ressources naturelles (cartes synthèses finales 3-71 et 3-72), il est possible de voir où les ressources naturelles subissent le plus de stress, et de prédire où les futurs stress seront les plus néfastes sur les ressources.

Une grande concentration de stress urbains et/ou agricoles à proximité d'un lieu de plusieurs ressources naturelles signifie; qu'à plus ou moins long terme une détérioration de ces ressources est possible. Même si les ressources naturelles semblent assez bien réparties sur les cartes synthèses finales 3-69 et 3-70, on remarque que plusieurs concentrations de ressources naturelles semblent se situer près des endroits où les stress sont modérément élevés, et que là où les stress sont élevés, il semble ne pas (ou ne plus) y avoir une forte concentration de ressources naturelles.

Ces cartes nous permettent donc de déterminer où, et quelles sont les ressources à risque. Les résultats de cette approche servent de guide afin d'orienter nos actions pour qu'elles rectifient la situation et évitent que s'accentue la détérioration des ressources naturelles du fleuve Saint-Laurent.

Les cartes synthèses des stress et effets potentiels urbains et agricoles (cartes synthèses finales 3-69 et 3-70) nous permettent de connaître davantage les associations spatiales possibles dans le but de confirmer, de réfuter ou d'émettre d'autres hypothèses d'associations. Ce genre d'analyse est nécessaire pour augmenter nos connaissances sur les interrelations entre les composantes environnementales. Une meilleure compréhension du comment et des pourquoi de l'existence des conditions environnementales nous permettrait d'agir en conséquence au lieu de réagir après le fait accompli; il est difficile de résoudre un problème environnemental si on ne comprend pas la cause réelle du problème et toutes ses implications.

La carte des stress et des effets potentiels urbains (3-70) nous fournit un aperçu intéressant de la répartition des concentrations élevées des stress et des effets. A quelques nuances près, les concentrations de stress urbains (terrestres) juxtaposent les effets urbains (aquatiques).

Cet atlas sert à démontrer que, dans l'éventualité d'une disponibilité de banques de données plus adéquates, les résultats de l'approche intégrée et intersectorielle pourraient aider les gestionnaires de l'environnement à la prise de décision.

. Dans le cas de l'intégration des stress des activités humaines et des ressources naturelles, les résultats aident à établir les associations spatiales entre les concentrations de stress et la présence ou l'absence de ressources naturelles. Ces informations peuvent aussi aider les décideurs à;

- déterminer les zones prioritaires d'interventions et à;

- définir les priorités en matière d'intervention et des actions à prendre afin de corriger la situation et d'éviter des risques éventuels.

Lors de l'interprétation des relations stress/ressources, il est important de considérer que; plus les stress sont nombreux et concentrés, plus les répercutions sont probables, et plus élevé est le danger pour les ressources de se détériorer.

. Dans les cas de l'intégration des stress et des effets des activités humaines, si les résultats confirment notre hypothèse, ils servent à établir les associations spatiales entre les stress et les effets des activités humaines sur les conditions environnementales. Ces informations contribuent à avoir une meilleure compréhension des interrelations entre les stress et les effets des activités humaines, et à établir avec le plus de précision possible le pourquoi de l'état des conditions environnementales. Ces connaissances sont nécessaires pour;

- déterminer quelles actions doivent être prises, et maximiser l'impact de celles-ci pour rectifier la situation et éviter qu'elle se reproduise.

. Dans le cas ou les résultats de l'intégration des stress et des effets des activités humaines réfutent notre hypothèse, ils indiquent aux décideurs qu'ils devraient;

- revoir chaque étape de nos démarches pour identifier les problèmes afin d'apporter les corrections, soit en modifiant ou en changeant;

  . les hypothèses;
  . les données/indicateurs;
  . les méthodes

4.2 Limites de l'interprétation et résultats

Pour une interprétation juste des cartes de l'atlas il est essentiels que certaines caractéristiques des étapes franchies et des outils employés soient notées. Selon le

type de données, les méthodes d'analyse, les techniques cartographiques employées, il est important de reconnaître certaines limites afin de ne pas fausser les résultats obtenus par une mauvaise interprétation.

Les données

L'obtention de données adéquates pour ce projet s'est avérée un problème majeur. Après avoir déterminer, avec l'aide du cadre organisationnel, quelles étaient les données idéales pour cette étude, peu d'entre elles finalement correspondaient aux attentes.

Disponibilité

Plusieurs données désirées n'étaient pas disponibles ou n'existaient tout simplement pas. Un tel manque nous a oublig é à recourir à des indicateurs. Par exemple, faute d'obtenir des données concernant la quantité de fertilisant lessivés, on a utilisé les montants dépensés à l'achat de fertilisants par kilomètre carré selon les subdivisions de recensement. Ce qui permet de supposer que les SDR qui consacrent le plus d'argent à l'achat de fertilisants, en front une utilisation plus marquée, et par conséquent, augmentent le danger du lessivage de ces produits dans le fleuve.

Les indicateurs sont employés pour plusieurs cartes à l'intérieur de cet atlas. Même si nous croyons avoir utilisé les meilleurs indicateurs à notre disposition, ceux-ci, par leur nature, ne donnent qu'une facette de la réalité.

En général, les données socio-économiques (stress) sont plus disponibles du fait qu'elles sont recueillies de façon régulière depuis longtemps. Au niveau des données sur les stress on remarque que, nonobstant quelques cas, les données étaient disponibles pour la majorité des stress des activités humaines. Dans certains cas (pesticides et fertilisants), l'utilisation d'indicateurs s'est imposée comme la meilleure solution pour illustrer ces activités. Cependant, quelques lacunes ont pu être relevées concernant les activités reliées à la villégiature, la pêche sportive et commerciale, les réseaux de transport et la production d'énergie. Pour ces dernières activités, les données (stress et effets) n'existaient pas, ou elles étaient trop précises ou trop générales. Pour la démonstration de cette approche, l'accent étant mis sur les activités humaines, les stress causés par les processus naturels n'ont pas été examinés.

Les données existantes sur les effets des activités humaines et sur les conditions environnementales répondent à d'autres besoins que ceux exprimés par cette étude. Cette étude repose sur des hypothèses d'associations, qui recommandent des données spécifiques sur les stress et les effets dans le but précis de vérifier le bien fondé des hypothèses de départ. La plupart les données sur les effets des activités humaines répondent à un besoin d'avoir des données représentatives du millieu, et non de les associer à des stress.

Le manque de données sur les effets des activités humaines serait probablement attribuable au manque de connaissances des interrelations, et à la particularité des effets de se situer dans un écosystème aquatique.

Couverture géographique

Tout d'abord, il fut difficile de trouver des données s'appliquant à l'ensemble du territoire à l'étude qui s'étendait de Cornwall à Montmagny. La plupart de ces données ne couvraient que certaines parties du fleuve telle que la région de Montréal ou de Québec. Si l'on prend à titre d'exemple les ressources naturelles, on remarque que la banque de données concernant la localisation des frayères et des héronnières ne couvre que le territoire entre Cornwall et Sorel, tandis que pour les milieux humides, une banque de données pour l'ensemble du territoire à l'étude était disponible. C'est pourquoi, pour certaines cartes, une fenêtre de différente échelle a été produite afin de mieux visualiser les concentrations des données disponibles à ces endroits.

Conformité temporelle

La conformité temporelle est très importante en ce qui concerne les indicateurs de stress et d'effets. Certaines des données obtenues ne pouvaient être intégrées à d'autres données. Par exemple, on a voulu étudier les associations spatiales entre les données de la qualité de l'eau et les rejets industriels, cependant, les données de la qualité de l'eau étaient seulement disponibles pour la période de 1983-84 tandis que les données des rejets industriels riverains l'étaient seulement pour la période de 1976-77. Alors les associations spatiales résultant de cette intégration ne sont pas valides mais elles ont quand même permis de démontrer l'utilité de l'approche en rendant possible l'intégration de données. La conformité temporelle est très importante pour étudier les relations causes/effets, tandis que pour les relations stress/ressources elle est moins importante car l'accent est mis plutôt sur les potentiels à risque des ressources.

Pertinence

Plusieurs données obtenues pour la réalisation de cet atlas ont été cueillies sur le terrain pour une utilisation qui diffère de celle recommandée pour cette étude; soit de démontrer une approche intersectorielle. Les données sur la qualité de l'eau par exemple, conviennent peut être bien à un besoin d'en connaître davantage sur le milieu ambiant du fleuve et pour en suivre son évolution, mais dans le contexte d'une étude sur les relations intersectorielles, ces données n'étaient pas idéales. Par exemple, la localisation de ces stations est faite de façon à éviter qu'elle subissent les effets immédiats des rejets d'eaux usées des villes et des industries. Le but de cette étude est justement de mettre en évidence les interrelations entre les stress et effets. Si aucune donnée provenant de la région immédiate du rejet n'est disponible, les hypothèses de corrélation ne peuvent être vérifiées et les associations spatiales deviennent plus difficiles à détecter.

Crédibilité

La qualité des données peut varier beaucoup d'une banque de données à une autre. Même si nous n'étions pas en mesure de les évaluer, il faut reconnaître, que certaines données étaient probablement plus ou moins valides pour plusieurs raisons d'ordres méthodologiques ou techniques. Il est donc possible que des imperfections de données, aient influencé les résultats.

Cartographie

Données ponctuelles

Lorsqu'on utilise le point comme symbole pour représenter un phénomène, le rayon du point n'est pas attribué à une zone occupée par celui-ci sur la carte mais relève plutôt de l'impact visuel qu'on a voulu lui attribuer. Tel qu'expliqué dans la section 2.7, le rayon du point est déterminé par l'échelle de la carte et peut, dans certains cas, être assujetti au phénomène illustré (un grand nombre de points sur la carte exige l'utilisation de plus petits points). La présence d'un point ne représente donc pas une zone d'influence qu'il pourrait avoir, mais un enfroit précis dans l'espace de la région étudiée, tandis que la grosseur du point est relié à l'aspect esthétique de la carte.

Cadres spatiaux

Plusieurs données étaient disponibles par certains cadres spatiaux (subdivision de recensement, sous subdivision de bassins de drainage, etc.). Suite à la classification et à l'attribution des couleurs lors de la cartographie, deux polygones contigus peuvent se retrouver dans la même classe et se confondre. Il est possible se superposer les limites des polygones, mais ceci ne s'est pas avéré nécessaire pour les fins de la démonstration.

L'impact visuel de certaines données peut porter à confusion. Ainsi, les cartes des eaux usées rejetées par les différents types d'industries constituent un bon exemple; lorsqu'une municipalité ayant une grande superficie et une autre ayant une petite superficie sont dans une même classe, il nous apparaît, à première vue, que la plus grande semble avoir un plus grand impact sur l'environnement. En réalité, lorsqu'elles sont exprimées en valeurs absolues (volume d'eaux usées rejetées par une municipalité) les deux municipalités qui se trouvent dans la même classe ont sensiblement le même impact. Cependant, lorsque se sont des données d'intervalles ou de ratio (vaches au km^2), plus les polygones ont une grande superficie plus ils ont d'impact.

Classification

L'idéal aurait été de classifier les données en utilisant les seuils critiques. Par exemple, si chaque paramètre décrivait des seuils critiques pour la vie aquatique, les usages domestiques, les usages récréatifs et pour l'agriculture, la classification aurait été sans doute plus précise et les associations spatiales résultant de l'intégration plus révélatrices. Mais des seuils critiques n'étaient pas disponibles pour tous les paramètres.

Pour rendre le traitement uniforme, on a adopté une technique de classification : les quantiles. Tel qu'indiqué dans la section 2.6, la technique de classification par quantile nous a permis d'établir malgré l'absence de seuils critiques, des limites de classes. Il faut préciser qu'une classification par quantile comportant un plus grand nombre de classes serait plus discriminante en nous donnant plus de précision à l'endroit des municipalités. Cependant, nous nous devions de réduire d'une part, les données, et d'autre part, de faire ressortir les concentrations de stress ou d'effets (points critiques).

Intégration

Pour que la combinaison de deux variables soit significative, on doit préalablement émettre des hypothèses qui tiennent compte des possibilités d'association(s) spatiale(s) des phénomènes (stress/effets ou stress/ressources) naturelles. Ainsi, le choix des variables s'effectue selon le potentiel d'association pouvant exister entre elles, basé sur notre revision de la littérature.

Un des problèmes majeurs rencontrés lors de cette étude est le fait que la plupart des stress agissent sur terre tandis que la majorité des effets se retrouvent dans le fleuve. Parce que ces effets se mesurent dans l'eau il devient très difficile, à cause de la complexité de la dynamique fluviale, de bien quantifier les associations spatiales. De même, plusieurs composantes de cet environnement aquatique sont peu ou pratiquement pas couvertes par des réseaux de cueillette de données sur les effets de la pollution. Les relations possibles entre stress/effets peuvent être difficiles à déterminer et à évaluer car une multitude de stress naturels ou provoqués sont en interactions complexes avec le milieu (synergie). Le manque de connaissance sur les interrelations des stress et des effets est un aspect important dévoilé par cette étude.

Même s'il existe une corrélation spatiale parfaite entre deux phénomènes, il faut préciser que ça ne veut pas nécessairement signifier qu'il y a une relation. Même si les distributions spatiales entre deux cartes (variables) correspondent parfaitement, elles ne peuvent servir de preuve concluante de l'existence de relations. Telles tendances peuvent refléter des causes et effets multiples, indirects ou différés et par conséquent servent seulement à démontrer que les variables sont associées (Friend, 1986, 1).

Plusieurs phénomènes sont par nature multivariés. Une variable peut être influencée par plusieurs autres variables. Par exemple, il est possible que la variable indépendante X n'influence qu'en partie, ou pas du tout, la variation de la variable Y. Les distributions spatiales ne servent pas comme indicateurs de relations évidentes et concluantes, mais servent plutôt à supporter, réfuter ou développer une hypothèse. De telles hypothèses ou modèles dans l'analyse finale sont élaborés afin de simplifier la réalité pour nous aider à comprendre les interrelations entre les activités humaines et l'environnement (Friend, 1979, 2).

Sommaire

Au fur et à mesure que les réseaux d'échantillonnage s'adapteront aux besoins des bilans sur l'état de l'environnement, les résultats de l'application d'une telle approche intégrée et intersectorielle pourront amener une meilleure compréhension du pourquoi des conditions environnementales existantes.

Cette méthode démontre qu'il est possible d'intégrer et de synthétiser une grande quantité de données pour générer des cartes qui font le point sur nos connaissances des stress potentiels des activités humaines, de leurs effets potentiels sur l'environnement, de même que sur les concentrations de ressources naturelles. L'utilisation d'un cadre organisationnel qui fait la distinction entre les indicateurs de stress et les indicateurs d'effets engendre une meilleure compréhension des interrelations des composantes environnementales, afin de nous guider pour rectifier une situation ou éviter qu'elle se reproduise.

Les résultats de cette approche intégrée et intersectorielle sont les suivants :

. dans le cas de l'intégration des stress et de ressources naturelles, les résultats;

  - aident les décideurs à établir les priorités et à orienter les interventions dans les zones prioritaires;

. dans le cas de l'intégration des stress et effets des activités humaines;

. hypothèse confirmée;

  - les résultats servent à comprendre et à identifier les sources des problèmes et permettrent de préciser quelles actions doivent être prises, et à quel endroit, pour rectifier la situation et éviter qu'elle se reproduise;

. hypothèse réfutée;

  - probabilité que l'hypothèse de départ n'est pas adéquate;

  - que l'hypothèse est adéquate mais que le choix des méthodes et des indicateurs n'est pas approprié.

L'élément clé de cette approche est **le degré de conformité des données sur l'environnement**. Plusieurs difficultés rencontrées lors du traitement des données pourraient être évitées si une plus grande harmonisation des données était possible. Néanmoins, le résultat de cette démarche nous encourage à continuer sur cet élan afin d'affiner les différentes étapes menant à la production d'un tel ouvrage; à commencer par une uniformisation des données par une meilleure concertation entre les responsables des cueillettes de données et une meilleure connaissance des interrelations stress/effets.

BIBLIOGRAPHIE

1. Arbour, A. et Lang, R., 1980. **Livre-ressource de la planification de l'environnement**, Direction générale des terres, Environnement Canada.

2. Commission mondiale sur l'environnement et le développement, 1987. **Notre avenir à tous**, Genève.

3. Desjardins, Y., 1989. **Rapport sur les processus naturels et les activités humaines et leurs effets sur l'environnement du Saint-Laurent**, Environnement Canada, Hull, Québec.

4. Desjardins, Y., 1989. **Rapport d'inventaire sur les données sur l'environnement du fleuve Saint-Laurent**, Environnement Canada, Hull, Québec.

5. Direction générale des eaux intérieures, 1986. **Ecozones terrestres du Canada**, no. 19, Environnement Canada, Hull, Québec.

6. Direction régionale des eaux intérieures, 1978. **Qualité des sédiments de fond du fleuve Saint-Laurent entre Cornwall et Montmagny**, rapport technique no. 15.

7. Direction générale des eaux intérieures, 1986. **Manuel des méthodes analytiques**, Environnement Canada, Ottawa, Ontario.

8. Environnement Canada, 1981. Direction générale des eaux intérieures, **Utilisation de l'eau dans les industries du Canada**, Ottawa.

9. Environnement Canada, 1986. **Rapport sur l'état de l'environnement au Canada**, Hull, Québec.

10. Environnement Québec, 1988. Gouvernement du Québec, **L'environnement au Québec : un premier bilan** (document technique).

11. Environnement Québec, 1988. **L'environnement au Québec**, Environnement Québec.

12. Friend, A., 1979. **Ecological Mapping and Socioeconomic Statistics**, (In : Applications of Ecological (Biophysical) Land Classification in Canada, C.D.A. Rubec (ed), Ecological Land Classification Series, No. 7, Lands Directorate, Envrionment Canada, Ottawa, Ontario).

13. Friend, A., 1986. **Federal Government Data Bases Relevant for Environmental Risk Management**, (Paper prepared for the Institute for Environmental Studies, University of Toronto, for a monograph on Information Needs for Environmental Risk Management, Ottawa, Ontario).

13. Gélinas, R., 1987. **Development and Application of "Environomics Units": Hybrid Map Units Designed to Integrate Environmental and Socioeconomic Data for Land Modelling.** (M.A. Thesis, Department of Geography, Carleton University, Ottawa).

14. Gélinas, R. et Hanna, B., 1988. **Spatial Framework for State of the Environment Reporting**, Report No. 2, Environment Canada, Hull, Québec.

15. Gélinas, R. et Slaats, J., 1989. **Selecting Indicators for State of the Environment Reporting**, Report No. 8, Environment Canada, Hull, Québec.

16. Groupe d'étude de l'établissement d'un bilan de l'environnement, 1987. **Une étude sur l'établissement d'un bilan de l'environnement au Canada**, Environnement Canada, Hull, Québec.

17. Inland Waters Directorate, 1979. **Waters Quality Sourcebook**, Environment Canada, Ottawa, Ontario.

18. Pêches et Océans Canada, 1986. **Politique de gestion de l'habitat de poisson**, Ottawa.

19. OECD, 1979. **L'état de l'environnement dans les pays de l'OECD**, Paris.

20. PNUE, 1987. **L'état de environnement mondial**, Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

21. Statistique Canada, 1986. **Recensement 1986**, Ottawa, Ontario.

22. Tate, D.M. et Lacelle, D., 1983. **Utilisation municipale de l'eau au Canada**, Environnement Canada, Ottawa, Ontario.

23. Tate, D.M., Scharf, D.N., 1985. **Water Use in Canadian Industry**, Environment Canada, Ottawa, Ontario.

ANNEXE 1 CADRE ORGANISATIONNEL

ACTIVITÉS (STRESS)	EFFETS	INDICATEURS DE STRESS	INDICATEURS D'EFFETS
1.0 AGRICULTURE			
1.1 Pesticides	- Contamination du sol et des eaux - Toxicité de l'eau - Danger pour la santé - Augmentation du coût du traitement de l'eau	- Montants dépensés pour l'achat des pesticides par kilomètre carré	- Qualité des eaux : - pesticides - Espèces menacées - Perte d'habitats
1.2 Fertilisants	- Prolifération de plantes aquatiques - Nuit à la chloration de l'eau	- Montants dépensés pour l'achat de fertilisants par kilomètre carré - Pratiques agricoles	- Qualité des eaux : - nutriments
1.3 Déjections animales	- Baisse de l'oxygène dissout - Mauvaises odeurs - Bactéries coliformes et virus	- Statistique sur le nombre de têtes de bétail au kilomètre carré	- Qualité des eaux : - nutriments - turbidité
1.4 Eaux usées de laiteries de fermes	- Déversement de produits à base de chlore et de polyphosphate	- Nombre de vaches par kilomètre carré	- Chlore - Polyphosphate

CADRE ORGANISATIONNEL (Suite)

ACTIVITÉS (STRESS)	EFFETS	INDICATEURS DE STRESS	INDICATEURS D'EFFETS
1.5 Mauvaises pratiques agricoles	- Dégradation des sols - Matière organique	- Pratiques agricoles - Qualité des terres agricoles	- Qualité des eaux : - turbidité
1.6 Changement du milieu naturel à des fins agricoles	- Perte de milieux humides - Érosion potentielle du sol et des berges	- Changement dans l'utilisation du sol	- Espèces menacées - Pertes d'habitats autres...
2.0 L'URBANISATION			
2.1 Industries	- Pâtes et papiers : matière organique, produits toxiques - Métallurgiques : sédiments et produits toxiques - Mines : métaux lourds, turbidité - Chimiques : métaux lourds, matière organique, produits toxiques	- Rejets totaux des industries (m^3/an) par SDR - Rejets totaux des types d'industries (m^3/an) par SDR - Rejets riverains industriels	- Qualité des eaux : nutriment, métaux lourds, physique, ions, pesticides

CADRE ORGANISATIONNEL (Suite)

ACTIVITÉS (STRESS)	EFFETS	INDICATEURS DE STRESS	INDICATEURS D'EFFETS
	- Agro-alimentaires : matière organique		
2.2 Eaux usées domestiques	- Matière organique - Fertilisants (+ algues) - Matière en suspension, bactéries, produits toxiques - Baisse de l'esthétique - Contamination des sédiments	- Volume d'eaux usées rejetées 1- par SDR 2- par habitant 3- par commerce et industrie	- Qualité des eaux : nutriments, physique - Espèces menacées
2.3 Déchets municipaux	- Contamination bactériologique et toxique des eaux souterraines	- Localisation des dépotoirs	- Qualité des eaux de surfaces et souterraines
2.4 Déchets toxiques	- Contamination des eaux de surfaces et souterraines	- Localisation des sites de déchets dangereux	- Qualité des eaux de surfaces et souterraines

CADRE ORGANISATIONNEL (Suite)

ACTIVITÉS (STRESS)	EFFETS	INDICATEURS DE STRESS	INDICATEURS D'EFFETS
2.5 Changement du milieu naturel à des fins d'urbanisation	- Perte de milieux humides et d'habitats	- Changements dans l'utilisation du sol	- Espèces menacées - Pertes d'habitats - Autres...
3.0 VILLÉGIATURE			
3.1 Aménagement des sites	- Turbidité, matière organique - Augmentation de plantes aquatiques	- Emplacement des sites - Utilisation du sol (récréatif)	- Qualité des eaux : pesticides, physique, nutriments
3.2 Plages	- Apport de sable, gravier, matière organique - destruction faune et flore	- Localisation des plages	- Perte d'habitats - Autres...
3.3. Navigation de plaisance	- Essence, huiles, turbidité - Érosion des berges	- Localisation des marinas et ports de plaisance	
4.0 PÊCHE SPORTIVE ET COMMERCIALE			

CADRE ORGANISATIONNEL (Suite)

ACTIVITÉS (STRESS)	EFFETS	INDICATEURS DE STRESS	INDICATEURS D'EFFETS
	- Surexploitation de la ressource faunique	- Total des prises	- Espèces menacées - Autres...
5.0 RÉSEAUX DE TRANSPORT			
5.1 Activités portuaires	- Déversements accidentels de pètrole et produits chimiques	- Localisation des ports	- Qualité des eaux : physique
5.2 Dragage	- Remise en suspension des polluants et turbidité - Diminution de l'oxygène dissout	- Mouvements des sédiments de fond	- Espèces menacées - Autres...
5.3 Utilisation et entretien des routes	- Apport de particules, métaux lourds, huiles, graisses, phytocides et sels	- Réseaux routiers	
6.0 PRODUCTION D'ÉNERGIE			
6.1 Construction de barrages	- Variation du niveau de l'eau tats)	- Localisation des barrages	- Qualité de l'eau : métaux lourds, physi- - Pertes d'habitats - Autres...

CADRE ORGANISATIONNEL (Suite)

ACTIVITÉS (STRESS)	EFFETS	INDICATEURS DE STRESS	INDICATEURS D'EFFETS
6.2 Réservoirs	- Érosion des berges - Déséquilibre du niveau de l'eau		
6.3 Lignes de transport d'énergie	- Produits toxiques et pesticides		
6.4 Centrale thermo-nucléaire	- Contamination potentielle par le cobalt, césium et tritium - Destruction faune et flore	- Localisation des centrales thermo-nucléaires	
7.0 PROCESSUS NATURELS			
7.1 Érosion	- Turbidité - Perte de terrain dommages aux structures	- Cartes des risques d'érosion	- Pertes d'habitats - Autres...
7.2 Inondation	- Dommages aux structures - Coûts élevés pour les mesures de prévention	- Cartes des risques d'inondation	